

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE QUITO**

**CARRERA:
INGENIERÍA CIVIL**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:
INGENIERA CIVIL**

**TEMA:
REDISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO DEL BARRIO VALLE
HERMOSO 1, UBICADO EN LA PARROQUIA TAMBILLO, CANTÓN MEJÍA,
PROVINCIA DE PICHINCHA, CONSIDERANDO LOS COMPONENTES PLUVIAL Y
SANITARIO.**

**AUTORES:
GUERRERO CALDERÓN JESSICA SORAYA
RIVADENEIRA SÁNCHEZ GLADIS LEONELA**

**TUTOR:
ING. JORGE IVÁN CALERO HIDALGO**

Quito, Marzo de 2021

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Nosotras: Guerrero Calderón Jessica Soraya, con documento de identificación N° 1721553897 y Rivadeneira Sánchez Gladis Leonela con documento de identificación N° 0604060012, manifestamos nuestra voluntad y cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud que somos autores del trabajo de titulación intitulado: REDISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO DEL BARRIO VALLE HERMOSO 1, UBICADO EN LA PARROQUIA TAMBILLO, CANTÓN MEJÍA, PROVINCIA DE PICHINCHA, CONSIDERANDO LOS COMPONENTES PLUVIAL Y SANITARIO, mismo que ha sido desarrollado para optar por el título de Ingeniera Civil, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En aplicación a lo determinado en la Ley de Propiedad Intelectual, en nuestra condición de autores nos reservamos los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia, suscribimos este documento en el momento que hacemos entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, marzo del 2021.



Guerrero Calderón Jessica Soraya

CI: 1721553897



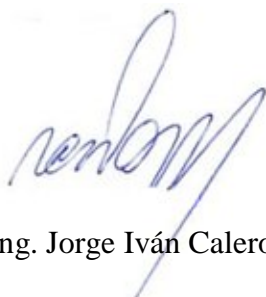
Rivadeneira Sánchez Gladis Leonela

CI: 0604060012

DECLARATORIA DE COAUTORÍA DEL DOCENTE TUTOR

Yo declaro que bajo mi dirección y asesoría fue desarrollado el proyecto técnico, con el tema: REDISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO DEL BARRIO VALLE HERMOSO 1, UBICADO EN LA PARROQUIA TAMBILLO, CANTÓN MEJÍA, PROVINCIA DE PICHINCHA, CONSIDERANDO LOS COMPONENTES PLUVIAL Y SANITARIO, realizado por las señoritas Guerrero Calderón Jessica Soraya y Rivadeneira Sánchez Gladis Leonela, obteniendo un producto que cumple con todos los requisitos estipulados por la Universidad Politécnica Salesiana, para ser considerado como trabajo final de titulación.

Quito, marzo del 2021.



Ing. Jorge Iván Calero Hidalgo

CI: 180048043-4

DEDICATORIA

Dedico este proyecto con todo mi corazón a mi madre Mónica Calderón por el esfuerzo, amor y confianza que me brindo para la culminación de mi carrera. A mi tía Sara Calderón que me acompañó en los momentos más difíciles de esta travesía motivándome y ayudándome hasta alcanzar con mi objetivo, así mismo a mí tío Henry Calderón que siempre me apoyó incondicionalmente en la parte moral y económica. Y a cada una de las personas que sembraron su granito de arena para el desarrollo del mismo.

Jessica Guerrero C.

A Dios por su infinita misericordia, llenando siempre de bendiciones mi vida y derramando su gracia en este largo caminar, permitiéndome alcanzar esta meta tan anhelada. A mis padres Hernán y Gladis, los autores principales de este sueño, quienes me han demostrado su amor incondicional siempre, regalándome la oportunidad de educarme y prepararme para la vida. A mis hermanos Hernán y Omar, quienes me han enseñado los desafíos de la vida, con las palabras y acciones oportunas que han servido para no rendirme y siempre querer ser mejor. A mi hermana de vida Jessy, por cuidar de mí desde pequeñas, quien ha sido mi espejo de superación y perseverancia, siempre con las palabras correctas llenas de amor y sabiduría. A mi prima Mayrita, quien con su bondad y amor alimentado mi espíritu siendo un refugio de paz. A mis queridas amigas Vanessa y Fernanda por acompañarme siempre en los altos y bajos de esta etapa por su amistad sincera que ha dejado huellas imborrables de hermandad en mi corazón.

Leonela Rivadeneira S.

AGRADECIMIENTO

Agradezco principalmente a Dios por haberme dado la vida y darme fuerzas para afrontar cada reto presentado. A la Universidad Politécnica Salesiana por permitirme ser parte de ella y de manera muy especial dar gracias al Ingeniero Jorge Iván Calero Hidalgo por creer en mí, y haberme brindado la oportunidad de desarrollar el proyecto profesional junto con mi compañera Leonela Rivadeneira que fue un apoyo fundamental para el avance del mismo.

Jessica Guerrero C.

A mi madre por todo lo que me ha dado a lo largo de toda mi vida y principalmente por la confianza y sacrificio constante, entregando siempre lo mejor para convertirme en profesional, mi corazón te pertenece madre mía TE AMO.

A mis profesores quienes impartieron sus conocimientos a lo largo de toda la carrera, especialmente quiero agradecer al Ing. Jorge Iván Calero Hidalgo nuestro tutor que gracias a sus conocimientos y experiencias profesionales paciencia y total predisposición tanto en las cátedras impartidas como en las tutorías para la realización de este proyecto.

A mi compañera Jessica Guerrero quien con su paciencia, comprensión y compromiso arduo contribuyó a la realización de este proyecto.

Leonela Rivadeneira S.

ÍNDICE

CAPÍTULO I GENERALIDADES.....	1
1.1 Introducción	1
1.2 Objetivos	2
1.2.1 Objetivo general	2
1.2.2 Objetivos específicos.....	2
1.3 Alcance	3
1.4 Aspectos Físicos	3
1.4.1 Ubicación geográfica y área de estudio.....	4
1.4.2 Tipo de suelo	5
1.4.3 Topografía	6
1.4.3.1 Coordenadas geográficas.....	7
1.4.3.2 Coordenadas UTM.	7
1.5 Descripción de la situación actual.....	7
1.5.1 Condiciones socioeconómicas e infraestructura	7
1.5.2 Vialidad	8
1.5.3 Limitaciones	8
1.5.4 Línea base.....	9
1.5.4.1 Salud.	9
1.5.4.2 Alcantarillado.	9
1.5.4.3 Contaminación.....	9
CAPÍTULO II REDISEÑO	10
2.1 Evaluación del sistema de alcantarillado existente	10

2.1.1	Recopilación de información	10
2.1.1.1	Procedimientos y parámetros establecidos para el levantamiento de información de la red de alcantarillado existente.....	10
2.1.1.2	Características de la red de alcantarillado existente.	11
2.1.1.3	Informe del sistema de alcantarillado existente.....	11
2.2	Análisis hidráulico de la red de alcantarillado existente	18
	CAPÍTULO III DISEÑO	22
3.1	Diseño del alcantarillado sanitario	22
3.1.1	Generalidades	22
3.1.2	Disposiciones	22
3.1.3	Normas Técnicas	23
3.1.4	Bases de diseño	23
3.1.4.1	Periodo de diseño.....	23
3.1.4.2	Población.	24
3.1.4.3	Densidad poblacional.	26
3.1.4.4	Trazado de la red.	28
3.1.4.5	Áreas de aportación.	29
3.1.4.6	Dotación.....	30
3.1.4.7	Coeficiente de retorno de aguas residuales.....	30
3.1.5	Caudales de diseño	31
3.1.5.1	Caudal de aguas residuales domésticas.	31
3.1.5.2	Caudal máximo horario.	32
3.1.5.3	Caudal medio diario.....	33

3.1.5.4	Caudal mínimo horario.....	33
3.1.5.5	Conexiones erradas.....	34
3.1.5.6	Caudal de diseño sanitario.....	35
3.1.6	Dimensionamiento	35
3.1.6.1	Diámetro interno mínimo.	35
3.1.6.2	Material de las tuberías.....	36
3.1.6.3	Velocidad mínima y máxima.....	36
3.1.6.4	Coefficiente de Manning.....	36
3.1.6.5	Pendiente mínima y máxima.	37
3.1.6.6	Esfuerzo tractivo.....	37
3.2	Hidráulica de las tuberías del sistema de alcantarillado.....	37
3.2.1	Flujo en tuberías parcialmente llenas	38
3.2.1.1	Fórmulas para el diseño del alcantarillado sanitario.	39
3.3	Tratamiento de las aguas residuales	41
3.3.1	Análisis conceptual de diseño	41
3.3.1.1	Componentes de las aguas residuales.	42
3.3.1.2	Tipos de tratamientos para las aguas residuales.	43
3.3.2	Ubicación de la planta de tratamiento	46
3.3.2.1	Criterios técnicos.	46
3.3.2.2	Criterios ambientales.	46
3.3.2.3	Criterios socioeconómicos.....	47
3.3.3	Diseño de la planta de tratamiento	48
3.3.3.1	Selección de tratamiento.....	48

3.3.3.2	Caudales de diseño.	50
3.3.3.3	Población de aporte.	50
3.3.4	Tratamiento preliminar.....	51
3.3.4.1	Recomendaciones de diseño.....	51
3.3.4.2	Diseño del canal de entrada.	53
3.3.4.3	Diseño de la cámara de cribado.....	55
3.3.4.4	Diseño del desarenador.....	61
3.3.4.5	Diseño de la trampa de grasas.	66
3.3.5	Tratamiento primario.....	70
3.3.5.1	Recomendaciones de diseño.....	71
3.3.5.2	Diseño del sedimentador.	75
3.3.5.3	Diseño del digestor.	78
3.3.5.4	Diseño del área de ventilación y cámara de natas.	82
3.3.5.5	Eficiencia de remoción y calidad del afluente del tanque Imhoff.	83
3.3.5.6	Diseño del lecho de secado de lodos.	85
3.3.5.7	Carga de solidos que ingresa al sedimentador (C).	86
3.3.5.8	Descarga al cuerpo receptor.	89
3.4	Diseño del alcantarillado pluvial.....	89
3.4.1	Generalidades.....	89
3.4.2	Disposiciones	89
3.4.3	Normas Técnicas.....	89
3.4.4	Bases de diseño	90
3.4.4.1	Coeficiente de escurrimiento (C).....	90

3.4.4.2	Periodo de retorno (T_r).....	91
3.4.4.3	Tiempo de concentración (T_c).....	92
3.4.4.4	Intensidad (I).....	94
3.4.4.5	Trazado de la red.	94
3.4.4.6	Áreas de drenaje.	95
3.4.5	Caudal de diseño	96
3.4.6	Dimensionamiento	96
3.4.6.1	Diámetro interno mínimo.	96
3.4.6.2	Material de las tuberías.....	97
3.4.6.3	Velocidad mínima y máxima.....	97
3.4.6.4	Pendiente mínima y máxima.	97
3.5	Hidráulica de las tuberías del sistema de alcantarillado.....	98
3.5.1	Flujo en tuberías parcialmente llenas	98
3.5.1.1	Fórmulas para el diseño del alcantarillado pluvial.	98
3.6	Diseño de la obra de desfogue.....	100
3.6.1	Análisis conceptual de diseño	100
3.6.1.1	Ventajas y desventajas de la obra de desfogue de la rápida.	101
3.6.2	Ubicación de la estructura de desfogue.....	102
3.6.3	Diseño de la estructura de desfogue	103
3.7	Diseño del escalón antes de entrar a la obra de desfogue.	108
	CAPÍTULO IV ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS	125
4.1	Análisis ambiental	125
4.1.1	Identificación de impactos ambientales en el sistema de alcantarillado.	125

4.1.2	Valoración del impacto ambiental en los sistemas de alcantarillado.	129
4.1.2.1	Magnitud del impacto (M).	130
4.1.2.2	Importancia del impacto (I).	131
4.2	Análisis económico	133
4.3	Análisis técnico	134

**CAPÍTULO V EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL EN EL
SISTEMA DEL ALCANTARILLADO SEPARADO 136**

5.1	Antecedentes	136
5.2	Objetivos de estudio	136
5.3	Descripción general del área de estudio	137
5.4	Área de influencia	137
5.4.1	Topografía y relieve	137
5.4.2	Clima	137
5.4.3	Medio ambiente.....	137
5.5	Población.....	138
5.5.1	Educación	139
5.5.2	Servicios básicos	140
5.6	Descripción biofísica.....	141
5.6.1	Flora	141
5.6.2	Fauna	141
5.6.3	Vulnerabilidad y amenazas	141
5.6.4	Aspectos socioeconómicos.....	141
5.6.5	Aspectos legales	142

5.7	Identificación de los principales efectos ambientales	142
5.7.1	Efectos ambientales positivos	142
5.7.2	Efectos ambientales negativo	143
5.8	Mitigación de impactos en la etapa de ejecución.	143
5.8.1	Medio físico y biótico	143
5.8.1.1	Impactos negativos.	143
5.8.1.2	Medida correctiva.	143
5.8.2	Medio socioeconómico	143
5.8.2.1	Impactos negativos.	143
5.8.2.1	Medida correctiva.	144
	CONCLUSIONES	145
	RECOMENDACIONES	147
	BIBLIOGRAFÍA	148
	ANEXOS.....	151
	PLANOS	191

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Clasificación del terreno del área de estudio según la pendiente.....	7
Tabla 2	Distancias entre pozos de la red de alcantarillado existente.	12
Tabla 3	Pozos cubiertos en el sistema de alcantarillado existente.....	14
Tabla 4	Profundidad mínima de la cota clave.....	14
Tabla 5	Profundidad mínima de tuberías	29
Tabla 6	Dotación para zonas rurales y urbanas.....	30
Tabla 7	Coeficiente de retorno de las aguas residuales domésticas.....	31
Tabla 8	Coeficiente de mayoración para caudales máximos.	32
Tabla 9	Coeficiente de minoración para caudales mínimos.	33
Tabla 10	Aportes máximos por conexiones erradas con sistema pluvial.	34
Tabla 11	Valores del coeficiente de Manning.	36
Tabla 12	Eficiencias típicas de remoción..	49
Tabla 13	Aportes per cápita para aguas residuales domésticas.	51
Tabla 14	Parámetros de cálculo para el canal de entrada.	53
Tabla 15	Parámetros de cálculo para la cámara de cribado.	56
Tabla 16	Coeficiente de pérdida para rejillas.....	59
Tabla 17	Parámetros de cálculo para el desarenador.	61
Tabla 18	Parámetros de cálculo para la trampa de grasas.....	67
Tabla 19	Parámetros de cálculo para el tanque Imhoff.....	74
Tabla 20	Factor de capacidad relativa.....	78
Tabla 21	Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce.....	84
Tabla 22	Tabla de resultados del proyecto.....	84

Tabla 23 Parámetros de cálculo para el diseño del lecho de secado de lodos.	85
Tabla 24 Tiempo de digestión en días.	87
Tabla 25 Coeficiente de escorrentía ponderado.	91
Tabla 26 Períodos de retorno para diferentes ocupaciones del área.	92
Tabla 27 Profundidad mínima de tuberías.	95
Tabla 28 Velocidad máxima permitida para diferentes materiales de tubería.	97
Tabla 29 Parámetros de cálculo para la longitud de la obra de descarga y su canal.....	104
Tabla 30 Iteraciones para el módulo del caudal.....	107
Tabla 31 Parámetros de cálculo de la altura del escalón en función de la carga total. ..	108
Tabla 32 Iteraciones para determinar la altura del escalón	109
Tabla 33 Parámetros de cálculo para la construcción de la curva tipo bII.....	111
Tabla 34 Parámetros para la construcción de la línea de superficie de caída libre tipo bII.	116
Tabla 35 Parámetros de cálculo de la altura de los muros de la obra de descarga.	116
Tabla 36 Cálculos para el diseño de los muros de la obra de descarga.	120
Tabla 37 Parámetros de cálculo de la altura de los muros de la obra de descarga.	121
Tabla 38 Aproximaciones para determinar el espesor (t) del pozo de disipación.	123
Tabla 39 Identificación de las fases de un proyecto.	126
Tabla 40 Actividades que se ejecutan en un proyecto de alcantarillado separado.	126
Tabla 41 Actividades que se ejecutan en un proyecto de alcantarillado combinado.	127
Tabla 42 Elementos ambientales según el entorno.	128
Tabla 43 Afectación ambiental en mayor magnitud de los sistemas de alcantarillado..	129
Tabla 44 Magnitud de impacto.	130

Tabla 45 Importancia de impacto.....	131
Tabla 46 Casos positivos y negativos para cada etapa del proyecto de alcantarillado separado.	131
Tabla 47 Impactos positivos y negativos para cada etapa del proyecto de alcantarillado combinado.....	132
Tabla 48 Costo del proyecto del alcantarillado separado.	133
Tabla 49 Costo del proyecto de alcantarillado combinado.	134
Tabla 50 Comportamiento hidráulico de los sistemas de alcantarillado.....	135
Tabla 51 Población según censos.....	138
Tabla 52 Población total según género.	138
Tabla 53 Indicadores de educación.....	140
Tabla 54 Porcentaje de cobertura de servicios básicos.	140

INDICE DE FIGURAS

Figura 1	Ubicación geográfica del barrio Valle Hermoso 1.....	3
Figura 2	Mapa de ubicación del área de estudio.....	4
Figura 3	Mapa del tipo de suelo del área de estudio.....	5
Figura 4	Mapa de pendientes del área de estudio.	6
Figura 5	Pozo No.1 Cubierto por empedrado.....	13
Figura 6	Pozo No.6 Cubierto por asfalto.	13
Figura 7	Pozo No.12 Profundidad por debajo de la establecida.....	15
Figura 8	Sumidero No. 18 Cubierto por basura y tierra.	16
Figura 9	Sumidero No.17 Cubierto por plástico.....	16
Figura 10	Sumidero No.1 Conexión domiciliarias	17
Figura 11	Sumidero No.2 Conexiones domiciliarias.....	17
Figura 12	Diámetros evidenciados en la red existente.	20
Figura 13	Velocidades evidenciados en la red existente.	20
Figura 14	Relación de llenado evidenciados en la red existente.	21
Figura 15	Nivel de flujo mayor al 50%.	38
Figura 16	Nivel del flujo menor al 50%.	38
Figura 17	Ubicación de la planta de tratamiento.	48
Figura 18	Diferentes formas de rejilla.	59
Figura 19	Perfil aproximado del vertedero proporcional Sutro.....	66
Figura 20	Mapa comparativo de ventajas y desventajas del tanque Imhoff.....	70
Figura 21	Mapa comparativo de ventajas y desventajas del tanque Séptico.	71
Figura 22	Corte transversal del tanque Imhoff.	72

Figura 23 Esquema de la cámara de sedimentación.	76
Figura 24 Vista en planta de una unidad del tanque Imhoff.	79
Figura 25 Corte longitudinal de la cámara de digestión.	80
Figura 26 Ventajas y desventajas de la rápida.	101
Figura 27 Ladera donde se ubicará la estructura de desfogue.	102
Figura 28 Medición de la altura de flujo de la quebrada Tambilloyacu.	103
Figura 29 Representación gráfica de la obra de desfogue y la obra de disipación.	104
Figura 30 Canal abierto de sección rectangular.	106
Figura 31 Representación gráfica de del escalón antes de la obra de desfogue.	109
Figura 33 Forma de valoración.	130
Figura 32 Tasas de asistencia a niveles educativos en Tambillo.	139

RESUMEN

El presente proyecto propone el diseño definitivo de los sistemas de alcantarillado pluvial y sanitario para el barrio Valle Hermoso 1, considerando sus respectivos componentes, a través de un estudio de alternativas bajo la premisa de prefactibilidad, las mismas que fueron comparadas y analizadas en base a la parte técnica, económica y ambiental. El material expuesto trató básicamente en la recopilación de información necesaria para examinar el sistema existente y como consecuencia de aquello se realizaron catastros en sitio de los pozos de revisión y una evaluación hidráulica del mismo a través de una hoja electrónica de Excel, los cuales nos ayudaron a concluir por el diseño de un alcantarillado nuevo en su totalidad, en sentido que existen muchas inconsistencias para ser rediseñado. Finalmente usando el software AutoCAD Civil 3D se complementó la información topográfica necesaria para el trazado y diseño de la nueva red de alcantarillado separado, el cual fue desarrollado mediante la aplicación de normativas vigentes en el Ecuador. Adicionalmente se diseñó la planta de tratamiento de las aguas residuales y una obra de descarga para conducir las aguas lluvias hasta el cauce natural.

Palabras claves: alcantarillado separado, alternativas de diseño, estructura complementaria, evaluación hidráulica, tratamiento de aguas residuales

ABSTRACT

The following project proposes the ultimate design on pluvial and sanitary sewer systems in Valle Hermoso 1 neighborhood, considering its respective components, throughout a study of options under the premise of feasibility, those which were compared and analyzed based on a technical, economic and environmental point of view. The presented material was basically about the compilation of the necessary information to examine the existing system and as a consequence of such, cadastres were made at the wells place in study, and a hydraulic review of them using an Excel electronic sheet, which helped us decide for a design of new complete sewer system, given the fact that there are too many inconsistencies to be redesign. Finally, using AutoCAD Civil 3D software the topographic information needed to drawing and designing the new separated sewer system was completed, developed through the application of the Ecuadorian current normative. In addition, was also design the sewage water treatment plant and an extra deviation canal to drain the rain water to their natural cause.

Keywords: Separated sewer, design alternatives, complementary structure, hydraulic evaluation, sewage water treatment

CAPÍTULO I

GENERALIDADES

1.1 Introducción

En la actualidad la parroquia de Tambillo se encuentra en desarrollo, puesto que, la misma está relacionada al sector agrícola, lo cual ha generado inconvenientes al convertirla en una zona residencial. El asentamiento humano y sus actividades con el tiempo han ocasionado problemas de salubridad y contaminación a los recursos hídricos, al no contar con una planificación de servicios de saneamiento.

Valle Hermoso 1 se encuentra ubicado en la parroquia de Tambillo, cantón Mejía, provincia de Pichincha, el mismo que actualmente cuenta con un sistema de alcantarillado deficiente, debido al aumento considerable de la población en los últimos años, ocasionando el incremento del caudal sanitario. Cabe mencionar que la zona se caracteriza por sus altas precipitaciones, entregando a la misma red un caudal pluvial importante, causando el colapso de la planta de tratamiento ubicada en la parte baja del barrio, la cual fue diseñada únicamente para recolectar aguas residuales, esto ha ocasionado exceso de presiones en las tuberías y han explotado, provocando que todo el lodo que arrastran dentro de estas se infiltre en el terreno sobre el cual se encuentran, dando como resultado el hundimiento del mismo. Por lo que se requiere el diseño de un nuevo sistema que cubra las necesidades de la población, con el fin de remediar la contaminación que en la actualidad sufre la quebrada Tambilloyacu.

El rediseño de la red de alcantarillado, ubicación de una nueva planta de tratamiento y el diseño de una estructura de descarga a la quebrada Tambilloyacu, es un trabajo de ingeniería, donde se busca la eficiencia técnica y económica del sistema, abasteciendo del servicio de saneamiento a la población presente y futura, con la finalidad de mejorar el sistema de

alcantarillado y por consiguiente la calidad de vida, implementando el tratamiento adecuado a las aguas residuales del barrio, para evitar daños e inconvenientes futuros al medio ambiente.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo general

Rediseñar la red de alcantarillado en el barrio Valle Hermoso 1, incluyendo los componentes pluvial y sanitario.

1.2.2 Objetivos específicos

- Revisar y verificar la información del catastro, topografía e hidrología para los sistemas de alcantarillado, determinando parámetros y cálculos necesarios para el pre diseño del proyecto.
- Recolectar información poblacional para el cálculo acertado de caudales de diseño que garanticen la demanda de la población futura del barrio.
- Proponer una alternativa de diseño definitivo del sistema de alcantarillado que permita asegurar la sostenibilidad del mismo, entregando un servicio eficiente en calidad y operatividad a los habitantes del barrio a través de un análisis técnico, económico y ambiental.
- Presentar el diseño de la planta de tratamiento de aguas residuales y la obra de descarga, evaluando su ubicación.
- Llevar a cabo una evaluación ambiental, para mitigar los posibles daños que pueda generar el proyecto en las fases de construcción; operación y mantenimiento; cierre y abandono.

1.3 Alcance

Comprende en entregar un estudio de prefactibilidad como alternativa de diseño de alcantarillado sanitario y pluvial considerando sus componentes, a través de un análisis de ingeniería basado en normas y especificaciones técnicas vigentes en Ecuador, principalmente en la provincia de Pichincha, para la recolección adecuada de las aguas residuales, pluviales y su posterior tratamiento en cuestión de satisfacer requerimientos técnicos, económicos y ambientales a fin de mitigar la contaminación existente en el lugar, dotando de servicios de saneamiento a la población existente y futura.

1.4 Aspectos Físicos

Se encuentra localizado en la parte oriental de la parroquia de Tambillo, cantón Mejía, provincia de Pichincha, limitada al norte con la Autopista General Rumiñahui, al sur con la vía a Laicas, al este con el barrio Valle Hermoso 2 y al oeste con la Hacienda Santa Elena, como se representa en la Figura 1.

Figura 1

Ubicación geográfica del barrio Valle Hermoso 1.



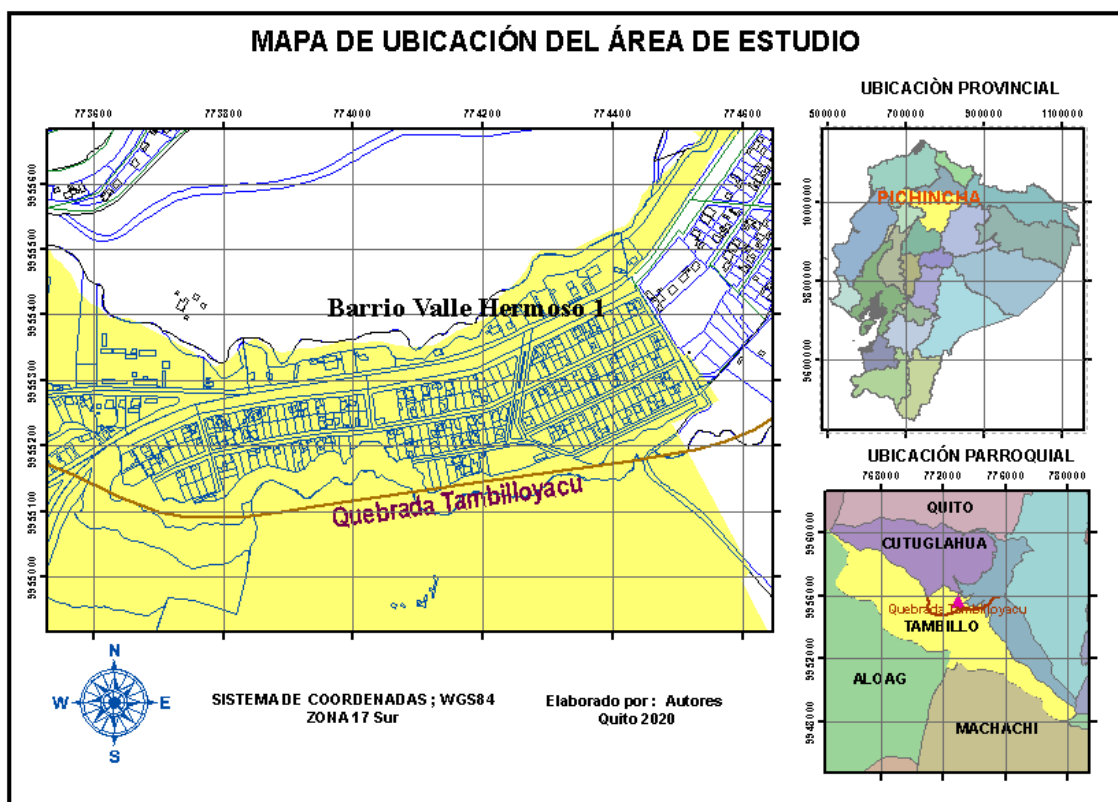
Elaborado por: Los Autores.

1.4.1 Ubicación geográfica y área de estudio

El área de estudio se encuentra ubicada sobre la cota 2719 msnm y 2755 msnm a una distancia de 2.6 km del parque central de Tambillo, con un área aproximada de 10.10 Ha en construcción y 21.20 Ha incluida su vegetación y en su parte baja cruza la quebrada Tambilloyacú como muestra la figura 2 mostrada a continuación.

Figura 2

Mapa de ubicación del área de estudio.



Elaborado por: Los autores.

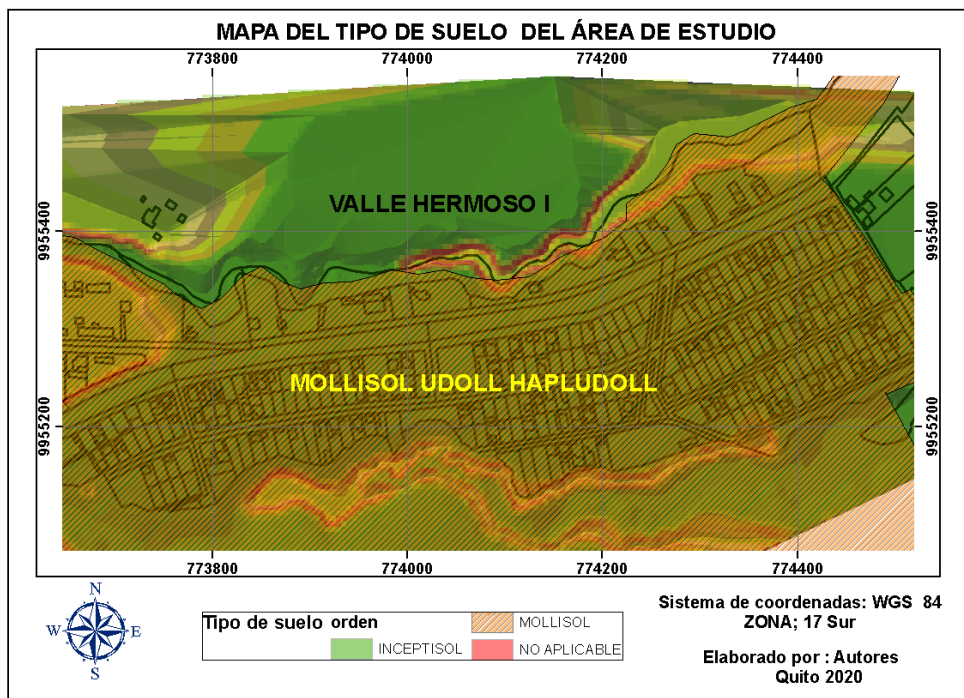
1.4.2 Tipo de suelo

En la visita de campo, se observó que el tipo de suelo superficial se compone de limos arenosos de color café oscuro a negruzco, ligeramente plástico.

El (Instituto Geográfico Militar, 1978), muestra en el mapa geológico del Ecuador, que Tambillo está conformado por suelo tipo Mollisol (Ver Figura 3), en un 45.88% y en menor cantidad los suelos de tipo Andisoles en un 17.88%, los que se caracterizan por ser suelos minerales con superficie oscura de gran espesor y rica en C.O. (epipedón mollico), con presencia de algunos horizontes de mayor desarrollo pedogenético, ricos en bases de alta fertilidad y de sub-orden denominado Udoll, el cual indica que este tipo de suelos tiene humedad permanente. La diferencia del área lo ocupa el sector urbanizado y bosques protectores en un 35.07% y un 1.17% la ocupan las tierras misceláneas.

Figura 3

Mapa del tipo de suelo del área de estudio.



Elaborado por: Los autores.

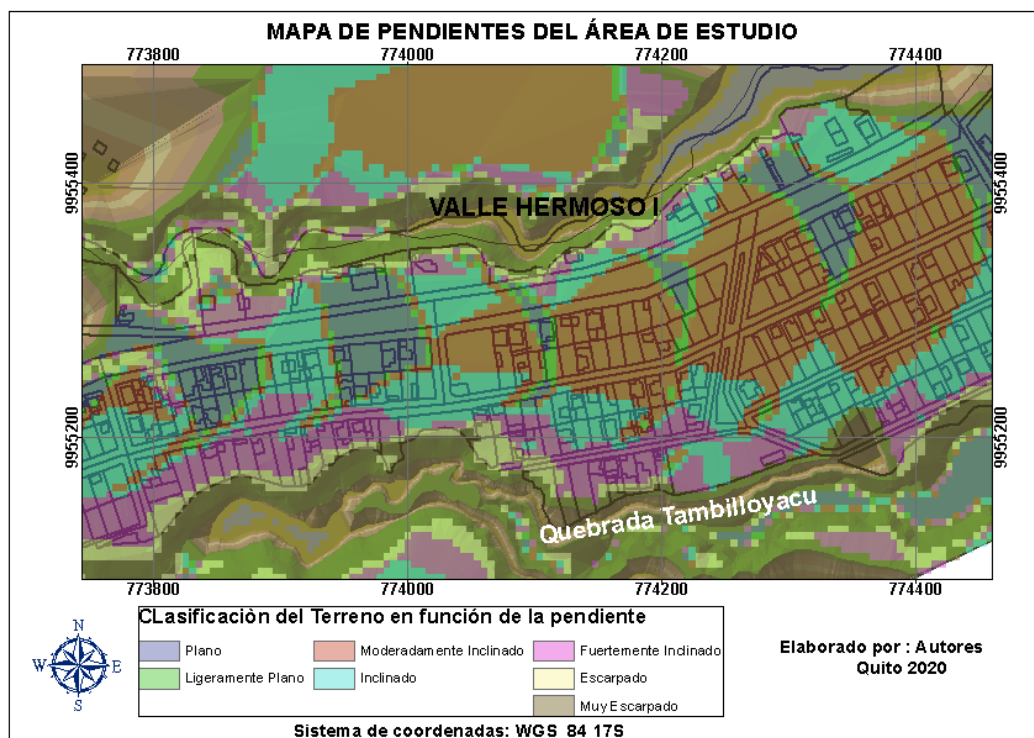
1.4.3 Topografía

La parroquia está conformada por el este con el Paschoa y al oeste Tambillo alto y el Atacazo, formando una especie de callejón.

A partir de la figura 4 se puede evidenciar que la topografía en la zona de estudio varía entre escarpada a plana, con un mayor porcentaje de áreas escarpadas de pendientes altas susceptibles a deslizamientos (Ver tabla 1).

Figura 4

Mapa de pendientes del área de estudio.



Elaborado por: Los autores.

Tabla 1

Clasificación del terreno del área de estudio según la pendiente.

Pendiente %	Tipo de pendiente	Color	Área (Ha)
0-1	Plano		9.94
1-3	Ligeramente plano		1.08
3-7	Modernamente inclinado		9.22
7-12	Inclinado		9.85
12-25	Fuertemente inclinado		5.94
25-50	Escarpado		3.56
> 50	Muy escarpado		22.05

Elaborado por: Los Autores.

1.4.3.1 Coordenadas geográficas.

El área de estudio se encuentra ubicada en las siguientes coordenadas, con longitud 78°32'15.20"O y latitud 0°24'16.96"S

1.4.3.2 Coordenadas UTM.

Zona 17 M, al norte 9955226.81 m y al este 774066.21 m.

1.5 Descripción de la situación actual

1.5.1 Condiciones socioeconómicas e infraestructura

Desde el punto de vista socioeconómico la población beneficiada actual y potencial futura que habita en la zona, en su mayoría es de un estrato económico medio-bajo y se ha estimado un grado de aceptación alto.

La infraestructura existente corresponde a viviendas de hormigón de una a dos plantas en un mayor porcentaje y viviendas de bloque y planchas de asbesto en menor porcentaje, con terrenos de 300 m² de área promedio. Contando con el servicio de agua potable, en su parte media y baja, con coberturas normales. El transporte público se lo realiza mediante buses que circulan por la Panamericana Sur y para los sectores más alejados de esta vía existen vehículos de transporte

masivo y de alquiler (camionetas) las cuales los moradores los toman a manera de rutas interiores de la parroquia.

1.5.2 Vialidad

El área del proyecto se encuentra en expansión urbanística ya que actualmente cuenta con una densidad habitacional baja. Dadas estas condiciones, en su mayor porcentaje, el sistema vial de la zona mantiene las características generales de caminos vecinales o rurales con trazados rectos. El barrio cuenta en su totalidad con calles empedradas, adoquinadas y muy pocas asfaltadas con presencia de drenaje superficial (sumideros) y por la parte baja junto a la quebrada, calles a cielo abierto que en época de invierno no permiten el tráfico vehicular.

1.5.3 Limitaciones

- Actualmente el departamento de Alcantarillado y Agua Potable del cantón Mejía (EPAA-MEJIA), no cuenta con los planos de la red de alcantarillado pluvial y sanitario del barrio, por lo cual se deberá recolectar información en campo.
- El municipio de la parroquia de Tambillo no cuenta con un área para ubicar la planta de tratamiento a diseñar, por lo cual se presentará una alternativa de ubicación, tomando en cuenta la topografía del terreno.
- El área de estudio no cuenta con la planificación e información base de los servicios de saneamiento, por lo tanto, se recolectará información alterna que nos servirá como punto de partida.
- Tambillo no cuenta con un plan maestro, por lo cual el diseño del alcantarillado pluvial y sanitario con sus respectivos componentes se realizará mediante la normativa de la (EMAAP-Q, 2009).

1.5.4 Línea base

El trabajo de campo, nos ha permitido conocer mediante la interacción social, la problemática real que existe en cuanto al manejo de las aguas residuales, e identificar la línea base del proyecto, para lo cual se ha determinado tres aspectos importantes que afectan directamente a los habitantes y al medio ambiente, los cuales se describen a continuación.

1.5.4.1 Salud.

Los moradores cercanos a la quebrada Tambilloyacu indicaron que, en época de invierno y verano, esta emana malos olores y por consecuencia la presencia de roedores e insectos, lo que les ha causado malestar, preocupación y temen que surjan enfermedades que afecten principalmente a los niños.

1.5.4.2 Alcantarillado.

Actualmente en el barrio se presentan varias redes de alcantarillado, principalmente sanitarias, sin recolección pluvial, lo que ha causado colapso en la parte baja del mismo, desencadenando problemas de salubridad.

Hoy en día existe una cantidad mínima de habitantes que no se encuentran conectados a la red principal y a través de tuberías individuales descargan las aguas residuales directamente al cuerpo receptor, por lo cual, se pretende que los moradores se unan a la red principal con la nueva propuesta de alcantarillado.

1.5.4.3 Contaminación.

El daño ambiental que sin duda alguna ha generado la inconciencia de las personas es severo, al encontrar una quebrada totalmente contaminada, que transporta aguas de color amarillento oscuro que contiene animales muertos, basura, lo cual es preocupante porque aguas abajo de la quebrada, esta puede ser utilizada para la agricultura y ganadería.

CAPÍTULO II

REDISEÑO

2.1 Evaluación del sistema de alcantarillado existente

Para el rediseño de cualquier sistema de alcantarillado de un área de estudio determinada, es primordial realizar un catastro con la finalidad de conocer los elementos que hacen parte del mismo, evaluando el estado en que se encuentran cada uno de ellos con el objetivo de obtener la información necesaria que nos permita determinar si su desempeño es aún óptimo o por lo menos estable, identificando los tramos de la red que requieren cambios o mejoras, en concordancia con las recomendaciones técnicas en la normativa vigente.

El catastro (Ver Anexo A) fue realizado el día 17 de septiembre del 2020, con la colaboración de su directiva, nos permitió corroborar la cantidad de 33 pozos de revisión y 30 sumideros de rejilla existentes en la zona de estudio, con referencia a la información entregada por la Empresa Pública Municipal de Agua Potable y Alcantarillado del Cantón Mejía EPAA MEJIA, EP.

2.1.1 Recopilación de información

2.1.1.1 Procedimientos y parámetros establecidos para el levantamiento de información de la red de alcantarillado existente.

Con la información del levantamiento catastral entregado por la entidad pública anteriormente mencionada y a través del software AutoCAD Civil 3D, se realizó la recopilación de información altimétrica de los pozos (Ver Anexo B) con el objetivo de conocer la ubicación geográfica de cada uno de ellos como la cota de la tapa del pozo y la cota del proyecto.

Para llevar a cabo el levantamiento de información dentro de la misma se realizaron varios trabajos como:

- Verificación de la información planimétrica proporcionada por la EPAA MEJIA que nos sirvió como línea de partida para conocer los datos requeridos y realizar la evaluación del sistema.
- Se alzó cada una de las tapas del pozo con el fin de observar el estado actual del mismo y de sus componentes.
- Se evidenció la dirección de flujo en la red existente y el tipo de alcantarillado que existe en la zona.

Además se realizó una ficha de catastro (Ver Anexo C) en la cual se registraron todos los datos necesarios para evaluar el comportamiento hidráulico del sistema existente con el objetivo de brindar una alternativa de diseño a través de las recomendaciones plateadas por la norma (EMAAP-Q, 2009).

2.1.1.2 Características de la red de alcantarillado existente.

En el Anexo D, se presenta un resumen detallado con las características de la red de alcantarillado, evidenciadas en el trabajo de campo de los pozos observados en el barrio.

2.1.1.3 Informe del sistema de alcantarillado existente.

Con relación a la red existente y sus pozos se describen las siguientes particularidades.

El trazado de la red existente posee distancias entre pozos que exceden las máximas permitidas por la normativa (CPE INEN 05, 1992), la cual recomienda las siguientes longitudes en función del diámetro.

- 100 m para tuberías menores de 350 mm de diámetro.
- 150 m para tuberías de 400 mm y 800 mm de diámetro.
- 200 m para tuberías mayores de 800 mm de diámetro.

Los pozos que no cumplen estos requerimientos se muestran a continuación en la tabla 2:

Tabla 2

Distancias entre pozos de la red de alcantarillado existente.

Pozo de Revisión	Longitud (m)	Diámetro (mm)
Pz4	109,71	250
Pz5		
Pz7		
Pz8	253,43	250
Pz8		
Pz9		
Pz21	144,48	250
Pz20		

Elaborado por: Los Autores.

Según la normativa (EMAAP-Q, 2009) establece que el mantenimiento de las tuberías se las realiza mediante los pozos de registro, es por ello, que no se debe cubrir con material de mejoramiento para la infraestructura vial urbana (Ver Tabla 3), como es el caso de los mismos presentados a continuación en la figura 5 y 6.

Figura 5

Pozo No.1 Cubierto por empedrado



Elaborado por: Los Autores.

Figura 6

Pozo No.6 Cubierto por asfalto.



Elaborado por: Los Autores.

Tabla 3*Pozos cubiertos en el sistema de alcantarillado existente.*

Calle	Material	Pozo
Sin nombre	Empedrado	Pz1
Sin nombre	Empedrado	Pz5
Sin nombre	Empedrado	Pz6
Sin nombre	Empedrado y asfaltado	Pz9
Calle D	Tierra	Pz20
Calle F	Tierra	Pz26-Des
Calle G	Tierra	Pz28
Calle San Francisco	Adoquinado	Pz31

Elaborado por: Los Autores.

En la inspección se pudo observar (Ver figura 7), que la profundidad mínima sobre la cota clave está por debajo de los establecido (Ver Tabla 4) en la norma (EMAAP-Q, 2009).

Tabla 4*Profundidad mínima de la cota clave.*

No. Pozo	Profundidad de la cota clave (m) > 1.5 (m)
12	1.20
20	1.20
21	1.20
32	1.05
33	1.05

Elaborado por: Los Autores.

Figura 7

Pozo No.12 Profundidad por debajo de la establecida.



Elaborado por: Los Autores.

Los sumideros de rejilla que descargan a los pozos de alcantarillado, se encuentran en perfecto estado, aunque requieren mantenimiento debido a que se encuentran cubiertos por vegetación, tierra, basura e incluso puesto plástico para evitar la recolección del agua lluvia, como muestra la figura 8 y 9.

Figura 8

Sumidero No. 18 Cubierto por basura y tierra.



Elaborado por: Los Autores.

Figura 9

Sumidero No.17 Cubierto por plástico.



Elaborado por: Los Autores.

Se puede evidenciar conexiones domiciliarias conectadas a los sumideros de rejilla, los cuales deberían estar instalados a largo de la tubería colectora por razones de mantenimiento.

Los sumideros de rejilla que poseen conexiones domiciliarias son los que se muestra a continuación en la figura 10 y 11.

Figura 10

Sumidero No.1 Conexión domiciliarias



Elaborado por: Los Autores.

Figura 11

Sumidero No.2 Conexiones domiciliarias.



Elaborado por: Los Autores.

2.2 Análisis hidráulico de la red de alcantarillado existente

Con el propósito de evaluar el sistema de alcantarillado se creó una hoja electrónica, en la que se ingresó todos los datos registrados en el catastro, para verificar su capacidad hidráulica (Ver Anexo E).

El caudal de descarga de cada tramo delimitado por predios, se cuantifico subdividiendo las áreas de aporte en función de la topografía del sitio, distribución de las viviendas y ubicación de los pozos.

Para los fines indicados, es necesario tener en cuenta el tipo de material con el que fue diseñado el sistema de alcantarillado, actualmente predomina en la red tuberías de concreto, que han venido funcionando por más de 25 años, los cuales muestran un deterioro físico en la entrada del conducto como se pudo evidenciar en el catastro. Es por ello que, para la evaluación hidráulica de este sistema, se optara por una rugosidad mayor respecto a la adoptada en el diseño. Según el Ingeniero (Villón Béjar, 2002), propone en su libro de Cálculos Hidrológicos e Hidráulicos, usar un coeficiente de rugosidad para paredes de tuberías de concreto en medianas condiciones de 0.015.

Esta red se complementa con tubería de PVC, puesta en ejecución menos de 25 años, de modo que la rugosidad del material actualmente se encuentra alterada debido a la presencia de mucosidad en las paredes del conducto provocada por el transporte de aguas residuales, grasas y aceites. En base a la experiencia del Departamento de Alcantarillado y Agua Potable EPAA MEJÍA, EP, sugiere que el coeficiente de rugosidad de Manning sea un 20% mayor con relación a la rugosidad de diseño, por consiguiente, se adoptara un valor de 0.013.

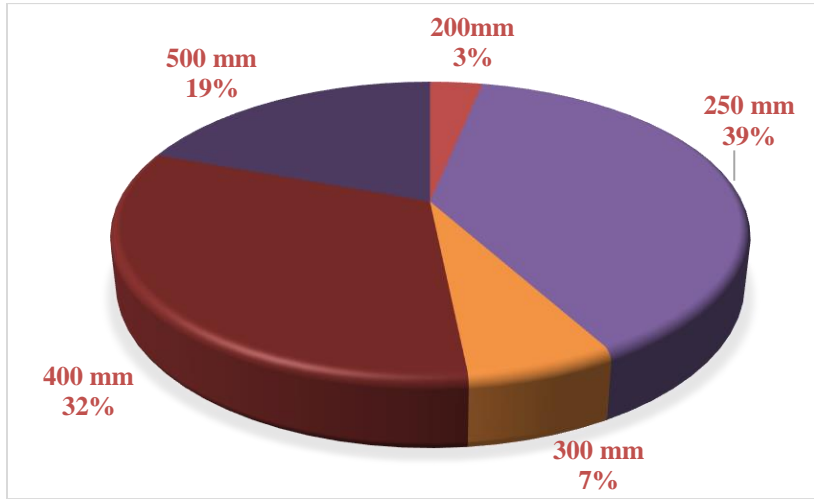
En el Anexo F, se muestra los resultados que se proyectaron a través de la evaluación hidráulica del alcantarillado existente y en el desarrollo de las actividades anteriormente mencionadas, se concluye lo siguiente:

- El barrio consta con tres etapas constructivas de red de alcantarillado, la primera que fue construida hace aproximadamente 64 años, la cual se complementa con la segunda etapa ejecutada hace 24 años y la más reciente hace 6 años debido a su crecimiento poblacional, las mismas que fueron gestionadas por la directiva de turno en base a su necesidad. Es así que, en resultado de aquello, este sistema no presenta ninguna planificación en su diseño, evidenciándose que los pozos no se conectan consecutivamente entre sí, ocasionando inconvenientes para definir la dirección del flujo.
- Existen actualmente casas que no se conectan a la red de alcantarillado realizando la descarga directamente a la quebrada y otras se conectan a un pozo de descarga.
- Es indudable que se está trabajando con un alcantarillado combinado, aunque su última etapa fue diseñada para colectar aguas pluviales, en las que se puede evidenciar conexiones domiciliarias en los sumideros.
- Se pudo constatar en la evaluación hídrica, que existen tramos de conductos que trabajan con diámetros menores a 300 mm, recomendado para alcantarillado combinado (Ver Figura 12), además un tramo de tubería se encuentra por debajo de la velocidad mínima establecida por la (EMAAP-Q, 2009) de 0.6 m/s (Ver Figura 13).

- Existen tramos de tuberías que no cumplen con la pendiente mínima del 1% y además exceden el 80% de su capacidad (Ver Figura 14) lo que quiere decir que estas están trabajando a presión.

Figura 12

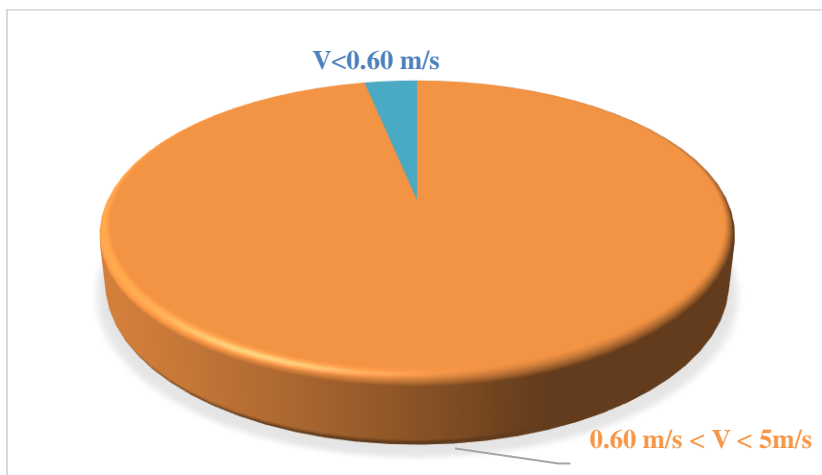
Diámetros evidenciados en la red existente.



Elaborado por: Los Autores.

Figura 13

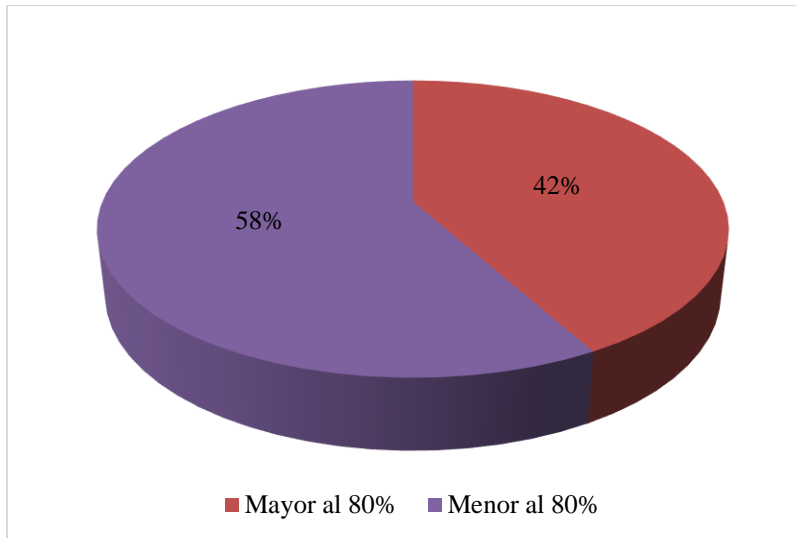
Velocidades evidenciados en la red existente.



Elaborado por: Los Autores.

Figura 14

Relación de llenado evidenciados en la red existente.



Elaborado por: Los Autores.

Gracias a esta evaluación se ha decidido presentar una alternativa de diseño de un sistema de alcantarillado separado con el fin de mejorar las condiciones actuales del sistema.

CAPÍTULO III

DISEÑO

En la actualidad generalmente se construyen sistemas de alcantarillado combinado, con el fin de recolectar aguas residuales y pluviales, brindando equilibrio económico a la población y a las entidades colaborantes.

Sin embargo, se ha podido notar que con el pasar del tiempo este tipo de alcantarillado ocasiona problemas en su operación, debido al crecimiento poblacional y a los cambios climáticos actuales. En virtud de ello se considera el diseño y construcción de alcantarillados separados, tomando en cuenta los costos de construcción, operación y mantenimiento.

3.1 Diseño del alcantarillado sanitario

3.1.1 Generalidades

El diseño de alcantarillado sanitario comprende una serie de tuberías, que sirve para recolectar y evacuar aguas residuales provenientes de domicilios, industrias, instituciones y comercios hacia una planta de tratamiento y finalmente descargar a un cuerpo receptor cumpliendo requerimientos técnicos, sin causar daños ambientales ni molestias a los moradores del área de estudio.

3.1.2 Disposiciones

Para el diseño de este alcantarillado no se ha tomado en cuenta el caudal originado por infiltración puesto que se va a utilizar una tubería de PVC que tiene un sello elastómero garantizando la unión entre tuberías y no permite que el agua se infiltre.

3.1.3 Normas Técnicas

El diseño del sistema de alcantarillado sanitario como sus obras complementarias se realizan bajo el código ecuatoriano de la construcción (CPE INEN 05, 1992) y la normativa técnica vigente de la empresa metropolitana de alcantarillado y agua potable Quito (EMAAP-Q, 2009).

3.1.4 Bases de diseño

3.1.4.1 Periodo de diseño.

Es el intervalo de tiempo en que un proyecto de alcantarillado desarrolla su máxima capacidad, sin necesidad de ampliaciones o mejoras, dicho intervalo se define bajo los siguientes aspectos:

- Vida útil de los materiales.
- Calidad técnica de ejecución de las obras.
- Demanda futura, la densidad actual y de saturación.
- Capacidad de pago de los habitantes beneficiarios del proyecto.
- Capacidad económica de las entidades colaborantes para ejecutar obras de importancia para la comunidad.

El período de diseño será de por lo menos 15 años, y considerará que la vida útil de los equipos es usualmente de 10 a 20 años, mientras que las estructuras pueden durar entre 40 y 50 años. Siempre que sea posible y conveniente, se establecerán etapas de construcción determinadas mediante un análisis económico. Si el período de diseño especificado es menor a 50 años, se tomarán precauciones para permitir la fácil ampliación de la planta hasta cubrir este período. (CPE INEN 05, 1992, p. 128)

Bajo esta premisa hemos definido un periodo de diseño para el presente proyecto de 25 años, el mismo que se tomara en cuenta desde el momento que la obra entre en operación.

3.1.4.2 Población.

La estimación de la población es un aspecto principal del planeamiento de un sistema de alcantarillado. Esta población debe corresponder a la proyectada al final del período de diseño, llamado también año horizonte de planeamiento del proyecto. Además, debe estimarse la población futura cada 5 años hasta el año horizonte (EMAAP-Q, 2009).

En la actualidad el barrio no cuenta con información censal base para la determinación de la población futura, a consecuencia de que los moradores subdividieron al barrio en Valle Hermoso 1, Valle Hermoso 2 y la Matilde.

Sin embargo, hemos analizado dos alternativas como información base, que nos servirá como línea de partida para determinar la población actual.

3.1.4.2.1 Alternativa 1.

Información actualizada del catastro 2020 del cantón Mejía otorgado por el departamento de agua potable y alcantarillado del cantón Mejía (EPAA-MEJIA, EP), el cual cuenta con 263 lotes con un área aproximada de 300 m² y tomando en consideración el número promedio de habitantes por hogar de la parroquia de Tambillo.

$$\mathbf{Pa = NI * \bar{x} \quad (Ec. 1)}$$

$$Pa = 263 \text{ lotes} * 5 \text{ hab}$$

$$\mathbf{Pa = 1315 \text{ hab}}$$

En la que:

Pa: Población actual (habitantes).

NI: Número de lotes.

\bar{x} : Número de habitantes promedio por hogar (habitantes).

3.1.4.2.2 *Alternativa 2.*

Conforme a los registros de la junta de agua de la parroquia de Tambillo, en el barrio existen 213 conexiones domiciliarias y tomando en consideración el número promedio de habitantes por hogar de la parroquia.

$$Pa = Nc * \bar{x} \quad (\text{Ec. 2})$$

$$Pa = 213 \text{ conex} * 5 \text{ hab}$$

$$Pa = 1065 \text{ hab}$$

En la que:

Pa: Población actual (habitantes).

Nc: Número de conexiones domiciliarias

\bar{x} : Número de habitantes promedio por hogar (habitantes).

Luego de un análisis previo, optamos como dato para el presente trabajo el resultado entregado por la alternativa 1, puesto que, toma en cuenta la información de Planificación Municipal referente a usos del suelo y densidades máximas permitidas para cada uno de ellos, en cierta medida es un valor cercano a la realidad del barrio.

Partiendo de este dato, determinamos la población futura, utilizando el método estadístico geométrico, puesto que, toma en cuenta la tasa de crecimiento poblacional y el periodo de diseño del proyecto.

Es necesario mencionar que existen varios métodos estadísticos para determinar la población futura como:

- Método Geométrico
- Método Aritmético
- Método Logístico

- Método Logarítmico
- Método por Mínimos cuadrados, entre otros.

Estos métodos se descartan en el presente proyecto por información censal específica del lugar, a razón de que, el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos del Ecuador (INEC), cuenta únicamente con la población total de la parroquia de Tambillo.

3.1.4.2.3 *Método Geométrico.*

La población de diseño se calculará a base de la población presente determinada mediante un recuento poblacional. En función de las características de cada comunidad, se determinará la población flotante y la influencia de esta en el sistema a diseñarse. (SENAGUA, 2010, p. 28)

Cabe mencionar que, la influencia de población flotante es baja en la zona de estudio (Ver anexo G).

$$P_f = P_a * (1 + r)^n \quad (\text{Ec. 3})$$

En la que:

P_f: Población futura (2427 habitantes).

P_a: Población actual (habitantes).

r: Tasa de crecimiento geométrico de la población (2.48%).

n: Período de diseño (años).

3.1.4.3 *Densidad poblacional.*

Se conforma por el número de personas que habitan en una hectárea de superficie. La densidad poblacional está relacionada con el tiempo y la magnitud, puesto que, una zona residencial con el pasar del tiempo puede transformarse en zona comercial o industrial.

Conociendo que, el área donde se va a implantar la red de alcantarillado es pequeña, como resultado de no tomar en cuenta el área que trabaja con caudal pluvial, por esta razón se determina una densidad de población única para este sector.

3.1.4.3.1 *Densidad poblacional actual.*

$$D_{pa} = Pa/A \quad (\text{Ec. 4})$$

$$D_{pa} = \frac{1315 \text{ hab}}{10.1 \text{ Ha}}$$

$$D_{pa} = 130.20 \text{ hab/Ha}$$

En la que:

D_{pa} : Densidad poblacional (habitante/hectárea).

Pa : Población actual (habitantes).

A : Área de aporte (hectárea).

3.1.4.3.2 *Densidad poblacional futura.*

$$D_{pf} = Pf/A \quad (\text{Ec. 5})$$

$$D_{pf} = \frac{2427 \text{ hab}}{10.1 \text{ Ha}}$$

$$D_{pf} = 240.30 \text{ hab/Ha}$$

En la que:

D_{pf} : Densidad poblacional futura (habitante/hectárea).

Pf : Población futura (habitantes).

A : Área de aporte (hectárea).

3.1.4.4 Trazado de la red.

Bajo el criterio establecido por la normativa técnica (CPE INEN 05, 1992), las tuberías de alcantarillado deberán estar separadas de las de agua potable por lo menos 3 m horizontalmente y 30 cm verticalmente, entre sus superficies exteriores. Por lo general se ubican en el lado opuesto de la calzada, a aquel en el que se ha instalado la tubería de agua potable, es decir, a los costados sur y oeste.

La máxima distancia entre los pozos de revisión no deberá exceder los 100 metros para diámetros de tuberías menores de 350 mm; 150 m para diámetros de tuberías 400 mm y 800 mm; 200 m para diámetros de tuberías mayores que 800 mm.

Procurar un trazado homogéneo siguiendo la pendiente natural del terreno, con la finalidad de transportar las aguas residuales hasta la planta de tratamiento y evitar sobre excavaciones que afecten económicamente al proyecto.

3.1.4.4.1 Pozos de revisión y cajas domiciliarias.

Los pozos de revisión son estructuras que permiten el acceso al sistema de alcantarillado para su mantenimiento y deberán ser ubicados en cada cambio de dirección, sección y pendiente, en intersecciones entre vías y al comienzo de cada tubería, a una profundidad adecuada para realizar las conexiones de las tuberías.

Los pozos de alcantarillado sanitario deberán ubicarse de tal manera que se evite el flujo de escorrentía pluvial hacia ellos, si esto es inevitable, se diseñarán tapas herméticas especiales que impidan la entrada de la escorrentía superficial. (CPE INEN 05, 1992, p. 95)

Las aguas servidas domésticas se conectan a la red principal a través de cajas de revisión, con el propósito de realizar la limpieza de la conexión domiciliaria. En cuanto que, la sección mínima deberá considerarse de 60 x 60 cm por lado y con profundidad acorde a cada caso. Por

otro lado, para las conexiones domiciliarias de sistemas sanitarios se recomienda un diámetro mínimo de 10 cm y pendiente mínima de 1%.

3.1.4.4.2 Profundidad mínima y máxima a la cota clave.

El objetivo principal es resguardar a la tubería de la carga vehicular o peatonal, por lo cual se colocarán a una profundidad mínima sobre la cota clave de 1.5 m (Ver tabla 5), en tanto que la profundidad máxima es 5 m, existirán casos que se requiera una profundidad mayor a la recomendada la cual deberá garantizar los requerimientos geotécnicos.

Tabla 5

Profundidad mínima de tuberías

Servidumbre	Profundidad mínima a la clave del colector (m)
Peatonal o verde	1,5
Vehicular	1,5

Fuente: (EMAAP-Q, 2009)

3.1.4.5 Áreas de aportación.

Son superficies que resultan de la subdivisión del área total de una zona de estudio, la cual nos permite cuantificar de manera equivalente el volumen de descarga de aguas residuales en cada tramo de tubería.

Es por ello que, una correcta subdivisión debe contemplar los siguientes aspectos:

- Características topográficas del sector a servir.
- Distribución de los lotes y las viviendas.
- Forma de las manzanas.
- Plan de desarrollo urbano establecido por el municipio.

En la actualidad se encuentran definidos los predios en el área de estudio por lo que, el trazado de las áreas tributarias se realiza en base a la ubicación de los pozos.

3.1.4.6 Dotación.

Es la cantidad de agua asignada a cada habitante para su consumo para un cierto tiempo, expresado en unidades de litros/ habitante/ día.

Según el (Plan Maestro de Agua Potable, 2011, p. 20) establece que la dotación media futura de agua para parroquias rurales es de 160 lt/hab.día, para cualquier año horizonte (Ver Tabla 6).

Tabla 6

Dotación para zonas rurales y urbanas.

Sector	Parámetro	2010	2020	2030	2040
Distrito Urbano de Quito DUQ y Parroquias Urbanas	Dotación Neta (Ipcpd)	183	179	174	170
	Dotación Bruta (Ipcpd)	244	235	223	212
	IANC	25%	24%	22%	20%
	Cobertura	99%	99%	99%	99%
Parroquias Rurales	Dotación Neta (Ipcpd)	160	160	160	160
	Dotación Bruta (Ipcpd)	308	291	246	213
	IANC	48%	45%	35%	25%
	Cobertura	98%	98%	98%	98%

Fuente: (Plan Maestro de Agua Potable, 2011)

Considerando para el proyecto un caudal de 20 lt/hab.día por fugas adicional, la dotación media futura para el final del periodo de diseño será de 180 lt/hab.día.

3.1.4.7 Coeficiente de retorno de aguas residuales.

Es el porcentaje de volumen de agua potable consumida que se devuelve al alcantarillado.

Este parámetro se ha definido según el nivel de complejidad del sistema, indicado en la tabla 7, para este caso se tomará un valor del 85%.

Tabla 7

Coefficiente de retorno de las aguas residuales domésticas.

Nivel de complejidad del sistema	Coefficiente de retorno
Bajo y medio	0.7-0.8
Medio alto y alto	0.8-0.85

Fuente: (EMAAP-Q, 2009)

3.1.5 Caudales de diseño

3.1.5.1 Caudal de aguas residuales domésticas.

El caudal de aguas residuales de origen doméstico, se deriva únicamente de las actividades humanas en las zonas residenciales, cabe mencionar que mediante la determinación del coeficiente de retorno el caudal de las aguas residuales de origen doméstico es igual al 85% de la aportación de agua potable, que corresponde a 180 lt/hab.día, al final del período de diseño (Ver Anexo H).

$$Q_d = (P_f * D * R) / 86400 \quad (\text{Ec. 6})$$

En la que:

Qd: Caudal doméstico (litros/segundo).

Pf: Población futura (habitantes).

D: Dotación (litros/habitante*día).

R: Coeficiente de retorno de aguas residuales.

3.1.5.2 Caudal máximo horario.

En vista que las alcantarillas deben tener una capacidad suficiente para aquellos días y horas de máximo consumo, se determina el caudal máximo horario doméstico considerando un coeficiente de simultaneidad, como se presenta a continuación:

$$Q_{mh} = Q_d * K \quad (\text{Ec. 7})$$

En la que:

Q_{mh} : Caudal máximo horario (litros/segundo).

Q_d : Caudal doméstico (litros/segundo).

K : Coeficiente de mayoración o simultaneidad.

La (EMAAP-Q, 2009), considera que los coeficientes de mayoración varían en función de la población y para los mismos se podrán asumir a través de la tabla 8, adoptando para el presente un valor de $K=2.4$.

Tabla 8

Coeficiente de mayoración para caudales máximos.

Coeficiente de mayoración o simultaneidad	
1.1 < K1 < 1.4	1.43 < K < 2.66
1.3 < K2 < 1.9	

Fuente: (EMAAP-Q, 2009)

3.1.5.3 Caudal medio diario.

Según la (EMAAP-Q, 2009), el caudal medio diario de aguas residuales para un colector con un área de drenaje dada se determinará como la suma de los aportes domésticos, industriales, comerciales e institucionales.

$$Q_{mD} = Q_d + Q_I + Q_{IN} \quad (\text{Ec. 8})$$

En la que:

Q_{mD} : Caudal medio diario (litros/segundo).

Q_d : Caudal doméstico (litros/segundo).

Q_I : Caudal industrial (litros/segundo).

Q_{IN} : Caudal institucional (litros/segundo).

3.1.5.4 Caudal mínimo horario.

Es la menor cantidad de agua requerida en una hora por día y su cálculo depende de un factor de reducción establecido por la norma.

$$Q_{minh} = Q_d * \beta \quad (\text{Ec. 9})$$

En la que:

Q_{minh} : Caudal mínimo horario (litros/segundo).

Q_d : Caudal doméstico (litros/segundo).

β : Coeficiente de minoración

Tabla 9

Coeficiente de minoración para caudales mínimos.

Coeficiente de minoración	
$0.6 < \beta_1 < 0.8$	$0.3 < \beta < 0.56$
$0.5 < \beta_2 < 0.7$	

Fuente: (EMAAP-Q, 2009)

De acuerdo a lo presentado en la tabla 9 y con la finalidad de obtener el caudal mínimo horario de aguas residuales para el proyecto, se empleará el coeficiente de minoración $\beta = 0.3$.

3.1.5.5 Conexiones erradas.

Es la cantidad de agua lluvia otorgado al sistema de alcantarillado sanitario, proveniente de malas conexiones en bajantes de tejados y patios o a través de las tapas de los pozos de revisión.

Tabla 10

Aportes máximos por conexiones erradas con sistema pluvial.

Nivel de complejidad del sistema	Aporte (l/s-ha)
Bajo y medio	0.2-2
Medio alto y alto	0.1-1

Fuente: (EMAAP-Q, 2009)

En a base a lo presentado en la tabla 10 y considerando que el proyecto contará con un sistema de alcantarillado pluvial se asume un nivel de complejidad media, dado aquello, el caudal de conexiones erradas se calcula con la siguiente expresión:

$$Q_{ce} = A_p * A_{ap} \quad (\text{Ec. 10})$$

En la que:

Q_{ce} : Caudal de conexiones erradas (litros/segundo).

A_p : Aporte (litros/segundo*hectárea).

A_{ap} : Área de aporte (Hectárea).

3.1.5.6 Caudal de diseño sanitario.

Es el resultado de la suma de los caudales de aguas residuales domésticas, comerciales, institucionales, industriales y de infiltración.

Según lo mencionado en este capítulo, para el presente proyecto no contamos con caudal de infiltración, y al ser una zona residencial no cuenta con un caudal comercial, institucional, e industrial, por tanto, el caudal de diseño sanitario se determina mediante la siguiente ecuación:

$$Q_{ds} = Q_{mh} + Q_{ce} \quad (\text{Ec. 11})$$

En la que:

Q_{ds} : Caudal de diseño sanitario (litros/segundo).

Q_{mh} : Caudal máximo horario (litros/segundo).

Q_{ce} : Caudal de conexiones erradas (litros/segundo).

La norma de alcantarillado (EMAAP-Q, 2009) propone considerar un caudal de diseño mínimo en las de red de alcantarillado sanitario de 1.5 lt/s, cuando el cálculo refleje un valor inferior a este, especialmente en los tramos iniciales.

3.1.6 Dimensionamiento

Con la finalidad de dimensionar la red de alcantarillado sanitario se tomará en cuenta las recomendaciones dadas por la norma de Diseño de Sistemas de Alcantarillado (EMAAP-Q, 2009).

3.1.6.1 Diámetro interno mínimo.

Para redes de alcantarillado sanitario el diámetro interno mínimo deberá ser de 250 mm, con el fin de evitar obstrucciones por el ingreso de grandes objetos hacia el sistema y que las tuberías trabajen a presión.

3.1.6.2 Material de las tuberías.

Se utilizarán tuberías de PVC debido a la calidad técnica y económica del producto, el cual ofrece las siguientes ventajas:

- Resistente a la corrosión y agresividad química de aguas residuales.
- Mayor disposición en el mercado.
- Facilita la instalación y requiere menor cuidado.
- La parte externa de la tubería cuenta con anillos los cuales no permiten que se produzca deformaciones.
- Admite juntas elastoméricas que evitan la infiltración.

3.1.6.3 Velocidad mínima y máxima.

Considerar en el proyecto una velocidad mínima de 0.6 m/s para evitar la sedimentación del material sólido depositados durante el periodo de caudal bajo. En tanto que la velocidad máxima de diseño no deberá sobrepasar los 5 m/s, con el fin de evitar la erosión en las paredes del conducto y en la estructura del pozo de revisión.

3.1.6.4 Coeficiente de Manning.

Una vez definido el material a utilizarse en las tuberías, se propone utilizar un coeficiente de 0.011 como muestra en la tabla 11 a continuación:

Tabla 11

Valores del coeficiente de Manning.

Material	Manning (n)
PVC, PRFV, PEAD	0,011
Hormigón premoldeado	0.013 a 0.014

Fuente: (EMAAP-Q, 2009)

3.1.6.5 Pendiente mínima y máxima.

El valor de la pendiente mínima del conducto debe ser aquel que permita tener condiciones adecuadas de autolimpieza y control de gases.

Mientras que la pendiente máxima está relacionada directamente con la velocidad máxima permisible.

3.1.6.6 Esfuerzo tractivo.

Con el fin de mantener el comportamiento auto limpiante del flujo, el valor del esfuerzo cortante medio deberá ser mayor o igual a 1.00 KPa, el cual se determina mediante la siguiente expresión.

$$\tau = \gamma * R_h * J \quad (\text{Ec. 12})$$

En la que:

τ : Esfuerzo cortante (Kg/m^2).

γ : Peso específico del agua (Kg/m^3).

R_h : Radio hidráulico (m).

J : Pendiente (m/m).

3.2 Hidráulica de las tuberías del sistema de alcantarillado.

La particularidad del sistema de alcantarillado sanitario y pluvial circular es que, se proyecta para una sección parcialmente llena que trabaje a gravedad y no a presión.

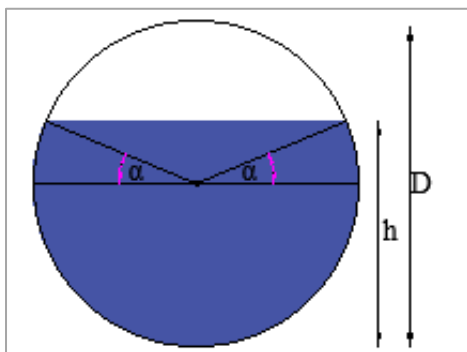
En el desarrollo del diseño siendo el caudal conocido, un diámetro seleccionado, y mediante la topografía se determina la pendiente del proyecto, con la finalidad de concebir las relaciones hidráulicas reales del sistema como la velocidad de circulación, profundidad de flujo y el esfuerzo tractivo, controlando así las bases de diseño anteriormente mencionadas (Ver Anexo H).

3.2.1 Flujo en tuberías parcialmente llenas

Para el presente trabajo se deberá diseñar una red de alcantarillado, con pendientes y velocidades de flujo en cada tramo, los mismos que serán evaluados en función del tirante hidráulico (h), a través de relaciones geométricas que actúan en función del ángulo (α). En las figuras 15 y 16 se presenta un esquema de la sección hidráulica parcialmente llena por debajo y por encima de 50% del diámetro del conducto respectivamente.

Figura 15

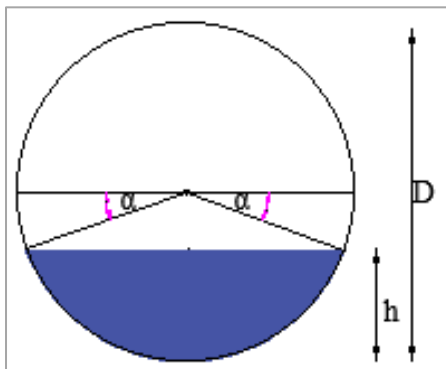
Nivel de flujo mayor al 50%.



Elaborado por: Los Autores.

Figura 16

Nivel del flujo menor al 50%.



Elaborado por: Los Autores.

3.2.1.1 Fórmulas para el diseño del alcantarillado sanitario.

Cuando el nivel del flujo es mayor al 50% del diámetro del conducto (Ver Figura 15), las fórmulas para el dimensionamiento del alcantarillado sanitario serían las siguientes:

- **Angulo (α)**

$$\alpha = \arcsin \frac{h - D/2}{D/2} \quad (\text{Ec. 13})$$

- **Área mojada (w)**

$$w = \frac{\pi D^2}{8} + \frac{2\pi D^2}{4} * \frac{\alpha}{360} + 2 * \frac{1}{2} * \left(h - \frac{D}{2}\right) * \frac{D}{2} * \cos \alpha \quad (\text{Ec. 14})$$

- **Perímetro mojado (x)**

$$x = \frac{\pi D}{2} + 2\pi D * \frac{\alpha}{360} \quad (\text{Ec. 15})$$

Por otro lado, cuando el nivel del flujo es menor al 50% del diámetro del conducto (Ver Figura 16), las fórmulas para el dimensionamiento del alcantarillado sanitario serían las siguientes:

- **Ángulo (α)**

$$\alpha = \arcsin \frac{D/2 - h}{D/2} \quad (\text{Ec. 16})$$

- **Área mojada (w)**

$$w = \frac{\pi D^2}{8} - \frac{2\pi D^2}{4} * \frac{\alpha}{360} - 2 * \frac{1}{2} * \left(\frac{D}{2} - h\right) * \frac{D}{2} * \cos \alpha \quad (\text{Ec. 17})$$

- **Perímetro mojado (x)**

$$x = \frac{\pi D}{2} - 2\pi D * \frac{\alpha}{360} \quad (\text{Ec. 18})$$

Las siguientes expresiones se aplican para cualquier tubería parcialmente llena, independientemente del nivel flujo.

- **Radio Hidráulico (R)**

$$R = w/x \quad (\text{Ec. 19})$$

- **Coefficiente de Chezy (C)**

$$C = R^{1/6}/n \quad (\text{Ec. 20})$$

- **Velocidad de diseño (V)**

$$V = C * R^{1/2} \sqrt{J} \quad (\text{Ec. 21})$$

- **Caudal de diseño sanitario (Qds)**

$$Qds = V * w \quad (\text{Ec. 22})$$

En la que:

h: Tirante hidráulico (m).

D: Diámetro del conducto (m).

w: Área mojada (m²).

x: Perímetro mojado del flujo en sección parcialmente llena (m).

R: Radio hidráulico del flujo en sección parcialmente llena (m).

C: Coeficiente de Chezy (m^{1/2} * s⁻¹).

n: Coeficiente de rugosidad de Manning.

V: Velocidad de diseño en la sección parcialmente llena (m/s).

J: Pendiente (m/m).

Qds: Caudal de diseño sanitario (m³/s).

3.3 Tratamiento de las aguas residuales

La generación de aguas residuales es inevitable debido a las actividades realizadas por los seres humanos. El escaso tratamiento de estos desechos con el pasar de los años han generado gran problemática debido a que en la actualidad estas aguas requieren de costosas tecnologías para poder tratarlas. Es por ello que bajo ningún concepto se aceptará un diseño de sistema de alcantarillado sanitario o combinado con descarga cruda a un cuerpo receptor. (INEN, 1992, p. 200)

Hoy en día, el objetivo principal es proteger el agua a causa de la escasez de la misma, por lo que se ha venido implementando sistemas de tratamientos pequeños para cada barrio, ideales para tratar el agua de la comunidad. Por esta razón, el objetivo principal de este proyecto es tratar adecuadamente las aguas residuales, con el fin de proteger la salud de los habitantes de la zona y controlar la contaminación del medio ambiente a través de un sistema de tratamiento eficaz y eficiente, entregando al cuerpo receptor un efluente con las características físicas y químicas acorde con el medio ambiente y diseñado de acuerdo a la necesidad del proyecto.

3.3.1 Análisis conceptual de diseño

El agua a tratarse en el barrio es en gran parte agua residual de origen doméstico, no posee industrias o negocios que generen aguas residuales que necesiten de tratamientos especiales, por tanto, al hablar de aguas residuales es necesario que esta sea sometida a diferentes procesos para minimizar su grado de contaminación.

3.3.1.1 Componentes de las aguas residuales.

La contaminación del agua se genera por la descarga directa de contaminantes presentes en el agua doméstica (Ver Anexo I).

Según (Glynn & Heinke, 1999) expresan que la manera de combatir este problema depende de si los contaminantes demandan oxígeno. A continuación, se presentan los componentes de las aguas residuales más importantes para el proyecto.

3.3.1.1.1 *Microorganismos.*

Las aguas negras están compuestas por microorganismos causantes de enfermedades infecciosas provenientes de los excrementos de las personas con enfermedades bacterianas y virales.

3.3.1.1.2 *Sólidos.*

Los sólidos totales (ST) en el agua residual están conformados por materia orgánica más inorgánica y estos se definen como los residuos que permanecen después de secar la muestra a una temperatura de 103°C, se distingue los sólidos totales disueltos (STD) y sólidos en suspensión (SS), la diferencia de peso entre las muestras evaporadas de agua residual filtrada y sin filtrar nos presenta el contenido de sólidos de suspensión.

3.3.1.1.3 *Materia Inorgánica.*

Los más comunes en las aguas negras incluyen los siguientes:

- Sulfatos y cloruros (Generado por residuos humanos).
- Fosforo y Nitrógeno (Generado por la presencia de detergentes y residuos humanos respectivamente).
- Bicarbonatos y carbonatos (Presentes en el agua y en residuos como magnesio y sales de calcio).

- Sustancias toxicas (Residuos industriales).

3.3.1.1.4 *Materia Orgánica.*

Las aguas residuales domesticas están compuestas por proteínas y carbohidratos que son fuente biodegradable presentes en los excrementos y orina de las personas, restos de comida descargados por el fregadero, productos de limpieza y otras suciedades procedentes del baño.

Los procedimientos para medir la concentración orgánica en las aguas residuales, consiste en convertir el oxígeno en material oxidable y los dos procesos más utilizados para determinar la demanda de oxígeno de las aguas negras son las pruebas de Demanda Química de Oxígeno (DQO) y Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO).

- **Demanda Química de Oxígeno (DQO).** Mide la cantidad de oxígeno necesario para oxidar químicamente la materia orgánica presentes.
- **Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO).** Mide la cantidad de oxígeno degradado de materia orgánica del agua residual mediante procesos biológicos aerobios.

3.3.1.2 Tipos de tratamientos para las aguas residuales.

Existen diferentes tipos de tratamientos para aplicar a las aguas residuales, los cuales tienen como objetivo principal la remoción de contaminantes e impurezas.

Dependiendo de la calidad de agua que requiere el cuerpo receptor se presentan los siguientes tratamientos:

- Tratamientos Preliminares
- Tratamientos Primarios
- Tratamientos Secundarios
- Tratamientos Terciario

3.3.1.2.1 *Tratamientos Preliminares.*

Existen varios elementos para realizar este proceso, su función principal es preparar al agua residual para el siguiente tratamiento, ya que en su mayoría de los residuos contienen sustancias volátiles que ocasionan daños tanto a las alcantarillas como a la planta de tratamiento, estos elementos pueden ser:

- Rejas
- Desarenadores
- Trituradores
- Tanques desengrasadores
- Aireación preliminar

3.3.1.2.2 *Tratamientos Primarios.*

Este tratamiento se desarrolla mediante procesos físicos que tienen como objetivo la remoción de sólidos orgánicos e inorgánicos sedimentables, este proceso se lleva a cabo con el empleo de unidades como tanque Séptico, tanque Imhoff.

Además, antes que los sólidos removidos en este tratamiento sean descargados a un cuerpo receptor, es necesario procesarlos mediante la construcción de lechos de secado.

- **Tanque Imhoff.** Tanque compuesto de tres cámaras en el cual se realizan los procesos de sedimentación y digestión.
- **Tanque séptico.** Sistema individual de disposición de aguas residuales para una vivienda o conjunto de viviendas; combina la sedimentación y la digestión. Los sólidos sedimentados acumulados se remueven periódicamente y se descargan normalmente en una instalación de tratamiento.

3.3.1.2.3 *Tratamientos Secundarios.*

Este tratamiento se realiza mediante procesos biológicos aerobios y anaerobios el cual consiste en la eliminación de la materia orgánica soluble y suspendida por la acción coordinada de microorganismos, en ausencia de oxígeno u otros agentes oxidantes fuertes.

Los procesos más comunes para realizar este tipo de tratamientos son:

- Procesos de lodos activados
- Lagunas aireadas
- Filtros percoladores
- Biodiscos
- Lagunas de estabilización

3.3.1.2.4 *Tratamientos Terciarios.*

Este tratamiento se basa en procesos fisicoquímicos o biológicos usados para alcanzar un grado de tratamiento superior al de tratamiento secundario. Puede implicar la remoción de varios parámetros, como remoción de sólidos en suspensión, complejos orgánicos disueltos, compuestos inorgánicos disueltos o nutrientes.

Los tipos de procesos son los siguientes:

- Coagulación
- Floculación
- Adsorción
- Cloración
- Oxidación química.

3.3.2 *Ubicación de la planta de tratamiento*

Para la ubicación de la planta de tratamiento se tomará en cuenta los criterios técnicos, ambientales y socioeconómicos presentados a continuación:

3.3.2.1 Criterios técnicos.

- Las aguas residuales deben fluir por gravedad hacia la planta de tratamiento.
- La topografía del lugar donde se ubique la planta de tratamiento debe permitir que el agua fluya por gravedad a través de cada unidad que la conforma, con la finalidad de evitar inconvenientes al momento de descargar el afluente al cuerpo receptor.

En atención a los criterios mencionados anteriormente se puede evitar costos de inversión, operación y mantenimiento que se originarían con una instalación de una estructura de bombeo.

- Hay que considerar que el área sea la adecuada para garantizar la construcción y funcionamiento de la planta de tratamiento.

3.3.2.2 Criterios ambientales.

- Se debe tomar en cuenta espacios que no afecten al hábitat donde se desarrollara la construcción de la planta de tratamiento.
- Con el fin de minimizar la presencia de posibles malos olores generados por el tratamiento del agua, se deberá ubicar dicha estructura a una distancia aproximada de 400 m con respecto a las viviendas cercanas a la misma.

3.3.2.3 Criterios socioeconómicos.

Se debe disponer de un terreno dentro del área del proyecto, puesto que, si no se dispone del mismo ocasionaría inconvenientes para adquirirlo generando incremento en la parte económica del proyecto.

En interés de nuestro proyecto la planta de tratamiento se ubicará de tal modo que cumpla con todos los criterios técnicos mencionados anteriormente y considerando que la estructura debe localizarse cerca del cuerpo receptor, se dispone de la plataforma del talud con coordenadas UTM, norte 9955251.25 y este 774497.68 (Ver Figura 17) tomando en cuenta que se debe realizar la estabilización del terreno mediante un muro a gravedad.

En consideración al resto de los criterios, al no contar con un terreno disponible fuera del área de estudio para cumplir con la distancia mínima de 400 m, la planta de tratamiento deberá ubicarse frente a las viviendas que conforman el proyecto, atenuando este impacto con los procesos adecuados para el tratamiento de aguas residuales.

Figura 17

Ubicación de la planta de tratamiento.



Elaborado por: Los Autores.

3.3.3 Diseño de la planta de tratamiento

3.3.3.1 Selección de tratamiento.

Para conocer el tipo de tratamiento que requieren los contaminantes del agua residual domestica del lugar, es necesario conocer la eficiencia de remoción de estos (Ver tabla 12), en las diferentes etapas de tratamiento y optar por una adecuada alternativa.

Tabla 12*Eficiencias típicas de remoción..*

Unidades de tratamiento	DBO	DQO	SS	P	N Org	NH3-N	Patógenos
Rejillas	desp1.	desp.	desp.	Desp.	desp.	desp.	Desp
Desarenadores	0-5	0-5	0-10	Desp.	desp.	desp.	Desp.
Sedimentación primaria	30-40	30-40	50-65	10-20	10-20	0	desp.
Lodos activados (convencional)	80-95	80-95	80-90	10-25	15-20	8-15	desp.
Filtros percoladores							
Alta tasa roca	65-80	60-80	60-85	8-12	15-50	8-15	desp.
Super tasa, plástico	65-85	65-85	65-85	8-12	15-50	8-15	
Cloración	desp.	desp.	desp.	Desp.	desp.	desp.	100
Reactores UASB	65-80	60-80	60-70	30-40	---	---	desp.
Reactores RAP	65-80	60-80	60-70	30-40	---	---	desp.
Filtros anaerobios	65-80	60-80	60-70	30-40	---	---	desp.
Lagunas de oxidación							
Lagunas anaerobias	50-70	---	20-60	---	---	---	90-99,99
Lagunas aireadas	80-95	---	85-95	---	---	---	90-99,99
Lagunas facultativas	80-90	---	63-75	30	---	---	90-99,99
Lagunas de maduración	60-80	---	85-95	---	---	---	90-99,99
Ultravioleta	desp.	desp.	desp.	Desp.	desp.	desp.	100

Fuente: (RAS, 2000).

Tomando en consideración las características presentes en el afluente de la comunidad y el porcentaje de remoción de contaminantes, se concluye con el diseño de las unidades de tratamiento preliminar, como es el caso de las rejillas y por otro lado el tratamiento primario que lo conforma el tanque Imhoff y lecho de secado antes de la descarga del efluente.

En igual forma se deberá diseñar una obra de llegada a la planta de tratamiento antes del tratamiento preliminar.

3.3.3.2 Caudales de diseño.

Bajo el criterio de la Norma para estudio y diseño de sistemas de agua potable y disposición de aguas residuales para poblaciones mayores a 1000 habitantes (Ex -IEOS, 1992), los caudales a utilizar dependiendo de las obras a diseñar se divide en:

- **Caudal máximo horario (Qmh).** El cual es usado para el diseño de obras de llegada y tratamiento preliminar.

$$Q_{mh} = 10.06 \text{ (lt/s)}$$

- **Caudal medio diario (QmD).** El cual es usado para los procesos que intervienen en el sistema de tratamiento de las aguas residuales.

$$Q_{mD} = 4.19 \text{ (lt/s)}$$

3.3.3.3 Población de aporte.

Los caudales se relacionan directamente con la población, en el que se puede evidenciar que hasta el año 2045 se presentan 2427 habitantes (Ver Anexo G).

Para la caracterización de aguas residuales domésticas es necesario realizar un muestreo para conocer la concentración de los componentes del agua residual antes descritos. Sin embargo, al no contar con el muestreo correspondiente de las aguas residuales de la zona de estudio, debido a que el presente trabajo será evaluado como un estudio de prefactibilidad, la caracterización se efectuará a partir de los aportes per cápita para aguas residuales domesticas (Ver tabla 13).

Tabla 13

Aportes per cápita para aguas residuales domésticas.

Parámetro	Intervalo	Valor Sugerido
DBO 5 días, 20°C, g/hab/día	25-80	50
Sólidos en suspensión, g/hab/día	30-100	50
NH ₃ -N como N, g/hab/día	7.4-11	8.4
N Kjeldahl total como N, g/hab/día	9.3-13.7	12
Coliflores totales, #/hab/día	$2 \times 10^8 - 2 \times 10^{11}$	2×10^{11}
Salmonella Sp., #/hab/día		1×10^{11}
Nematodos intes., #/hab/día		4×10^{11}

Fuente: (RAS, 2000)

3.3.4 Tratamiento preliminar

3.3.4.1 Recomendaciones de diseño.

Para el dimensionamiento se usará las recomendaciones impartidas por la norma (Ex - IEOS, 1992), las mismas que se describen a continuación:

El tratamiento preliminar está conformado por cuatro unidades que se describen a continuación:

3.3.4.1.1 Canal de entrada.

- Generalmente en las obras de llegada, el fondo del canal esta por los 10 o 15 cm más bajo que la solera del emisario.

3.3.4.1.2 Cámara de cribado.

- Se deberá colocar las rejillas aguas arriba de cualquier unidad de tratamiento que sea susceptible a obstruirse por material grueso.
- Normalmente se colocan rejillas de limpieza manual en las instalaciones pequeñas de tratamiento para caudales menores a 100 lt/s.

- Las barras serán de sección rectangular de 5 mm a 15 mm de espesor y de profundidad de 30 mm a 75 mm.
- Espaciamiento entre barras varía entre 25 mm y 50 mm.
- La velocidad a través de las barras limpias oscila entre 0.4 m/s y 0.75 m/s.
- La velocidad del canal antes de las barras, generalmente deben mantenerse entre 0.3 m/s y 0.6 m/s, siendo 0.45 m/s un valor más utilizado para los proyectos.
- La pérdida hidráulica se determina a través de las cribas, el 50% del área obstruida. Sin embargo, se sugiere de 15 cm.
- La inclinación de las barras se asume entre 44 y 60 grados con respecto a la horizontal.
- Obligatoriamente se diseñará dos unidades de cribado manual como mínimo, por asuntos de mantenimiento.

3.3.4.1.3 *Desarenador.*

- Los desarenadores con flujo horizontal deberán ser diseñados para remover partículas de diámetro igual o mayor a 20 μ m.
- La velocidad horizontal debe ser cercana o mayor a 0.3 m/s, para evitar la sedimentación de la materia orgánica.
- La tasa de aplicación o desbordamiento superficial no deberá sobrepasar los 1600 $\text{m}^3/\text{m}^2/\text{día}$.
- Obligatoriamente se diseñará dos unidades como mínimo, con objeto de mantenimiento.
- Para controlar las velocidades en el ingreso a la estructura de tratamiento primario es necesario diseñar un canal Parshall o vertederos proporcionales.

3.3.4.1.4 Trampa de grasas.

- La remoción de los hidratos de carbono depende del tiempo de permanecía, es decir que para un periodo de 3 minutos se requiere de pequeñas unidades (hasta 10 lt/s), de 4 minutos para unidades medianas (de 10 lt/s hasta 20 lt/s) y para 5 minutos unidades grandes (< 20 lt/s).
- Se diseñará con una carga superficial de 4.00 lt/(s.m²).
- La forma de los desengrasadores generalmente es rectangular para lo cual se ocupará una relación, largo/ancho comprendido entre 1.8 a 1.

3.3.4.2 Diseño del canal de entrada.

3.3.4.2.1 Objetivo del canal de entrada.

Antes de cualquier proceso de tratamiento preliminar es importante implantar una obra de llegada a la planta de tratamiento con el objetivo de romper la presión del flujo de llegada y disminuir velocidades.

A continuación, se presentan los valores de partida para el diseño del canal de entrada.

Tabla 14

Parámetros de cálculo para el canal de entrada.

Características	Simbología	Valor	Unidad
Ancho del canal	B	0.3	m
Velocidad de acercamiento	Va	0.60	m/s
Angulo de inclinación	θ	45°	-
Caudal máximo horario	Qmh	10.06	l/s
Altura de la solera del canal	Hs	0.15	m
Diámetro de la tubería	\varnothing	250	mm

Elaborado por: Los Autores.

3.3.4.2.2 *Área mojada del canal (A).*

Para su determinación se despejará de la ecuación de continuidad como se muestra a continuación:

$$Q_{maxh} = V_a * A \quad (\text{Ec. 23})$$

$$A = Q_{maxh} / V_a$$

$$A = \left(\frac{10.06}{1000} \right) m^3 / 0.6 m/s$$

$$A = 0.017 m^2$$

3.3.4.2.3 *Tirante de agua (d1).*

Para el canal de entrada de sección rectangular, con ancho de 30 cm, la altura de la lámina se despeja de la fórmula del área para esta sección.

$$A = B * d1 \quad (\text{Ec. 24})$$

$$d1 = A/B$$

$$d1 = 0.017 m^2 / 0.3 m$$

$$d1 = 0.056 m$$

3.3.4.2.4 *Altura del canal (Hc).*

Para el cálculo de la altura del canal se considerará 15 cm más por seguridad del canal.

$$H_c = \emptyset + H_s \quad (\text{Ec. 25})$$

$$H_c = 0.25 m + 0.15 m + 0.15 m$$

$$H_c = 0.55 m$$

3.3.4.2.5 *Pendiente del canal (S).*

Se determinará la pendiente despejando de la ecuación de Manning como se presenta a continuación:

$$V_a = \frac{1}{n} * R_h^{2/3} * S^{1/2} \quad (\text{Ec. 26})$$

En donde el radio hidráulico (Rh) se expresa de la siguiente manera:

$$R_h = \frac{A}{P_m} = \frac{\text{Area mojada}}{\text{Perimetro mojado}}$$

$$P_m = H_c + 2 * d_1$$

Y para un canal de material de hormigón $n=0.015$, tenemos:

$$S = \left(V_a * n / R_h^{2/3} \right)^2 \quad (\text{Ec. 27})$$

$$S = \left(\frac{0.60 \frac{\text{m}}{\text{s}} * 0.015}{\left(\frac{0.017 \text{ m}^2}{(0.55 \text{ m} + 2 * 0.056 \text{ m})} \right)^{2/3}} \right)^2 * 100$$

$$S = 1.08 \%$$

3.3.4.3 *Diseño de la cámara de cribado.*

3.3.4.3.1 *Objetivos del cribado.*

- Remover los sólidos gruesos (retazos de tela, papel, plástico, latas, envases, pañales, maderas, palillos, fibras, etc.).
- Proteger los equipos (bombas, válvulas, mezcladores), instalaciones y otras estructuras (ductos, canales, canaletas y vertederos) de la planta de tratamiento.

A continuación, se presentan los valores de partida para el diseño de la cámara de cribado.

Tabla 15

Parámetros de cálculo para la cámara de cribado.

Características	Simbología	Valor	Unidad
Caudal máximo horario	Qmh	10.06	l/s
Ancho del canal de entrada	B	0.4	m
Ancho de la barra	wb	1	cm
Distancia entre barras	b	2.5	cm
Angulo de inclinación	α	45	-
Coefficiente de Manning	n	0.015	m
Tiempo de retención	Tr	3	min

Elaborado por: Los Autores.

3.3.4.3.2 Eficiencia de la reja (E_r).

$$E_r = b / (b + wb) \quad (\text{Ec. 28})$$

$$E_r = \frac{2.5 \text{ cm}}{2.5 \text{ cm} + 1.0 \text{ cm}}$$

$$E_r = 0.71$$

3.3.4.3.3 Velocidad de la rejilla (V_r).

La velocidad de aproximación de las rejillas limpias manualmente debe mantenerse entre 0.4 m/s y 0.75 m/s, por lo que se optara por una velocidad aguas arriba de la reja de 0.7 m/s.

$$V_r = 0.70 \text{ m/s}$$

3.3.4.3.4 Área útil de escurrimiento (A_u)

$$A_u = Qmh / V_r \quad (\text{Ec. 29})$$

$$A_u = \frac{\left(\frac{10.06}{1000}\right) \text{ m}^3/\text{s}}{0.7 \text{ m/s}}$$

$$A_u = 0.01 \text{ m}^2$$

3.3.4.3.5 *Área total incluyendo las barras (At).*

$$\mathbf{At = Au/Er} \quad \textbf{(Ec. 30)}$$

$$At = \frac{0.01 \text{ m}^2}{0.71}$$

$$\mathbf{At = 0.02 \text{ m}^2}$$

3.3.4.3.6 *Longitud del canal (L).*

Para calcular la longitud del canal para flujo uniforme, se asumirá un tiempo de retención (Tr) de 3 segundos.

$$\mathbf{L = Qmh/(At * Tr)} \quad \textbf{(Ec. 31)}$$

$$L = \frac{\left(\frac{10.06}{1000}\right) \text{ m}^3/\text{s}}{0.02 \text{ m}^2 * 3.0 \text{ s}}$$

$$\mathbf{L = 1.50 \text{ m}}$$

3.3.4.3.7 *Tirante de agua antes de la reja (d2).*

Generalmente para aumentar la eficiencia de la reja se deprime el fondo del canal y para ello se asumirá una profundidad de 10 cm adicionales del tirante del canal de entrada.

$$\mathbf{d2 = d1 + 0.10 \text{ m}} \quad \textbf{(Ec. 32)}$$

$$d2 = 0.042 \text{ m} + 0.10 \text{ m}$$

$$\mathbf{d2 = 0.14 \text{ m}}$$

3.3.4.3.8 *Ancho de la cámara de cribado (W).*

$$\mathbf{W = At/d2} \quad \textbf{(Ec. 33)}$$

$$W = \frac{0.02 \text{ m}^2}{0.142 \text{ m}}$$

$$W = 0.142 \text{ m}$$

$$\mathbf{W = 0.20 \text{ m} ; \text{ Medida constructiva}}$$

3.3.4.3.9 Número de barras (n).

$$n = \left(\frac{W-b}{wb+b} \right) \quad (\text{Ec. 34})$$

$$n = \left(\frac{20 \text{ cm} - 2.5 \text{ cm}}{2.5 \text{ cm} + 1 \text{ cm}} \right)$$

$$n = 5 \text{ barras}$$

3.3.4.3.10 Verificaciones.

- Revisión del ancho del canal.

$$W = wb * n + (n + 1) * b \quad (\text{Ec. 35})$$

$$W = 2.5 \text{ cm} * 5 \text{ barras} + (5 \text{ barras} + 1) * 1 \text{ cm}$$

$$W = 0.20 \text{ m OK}$$

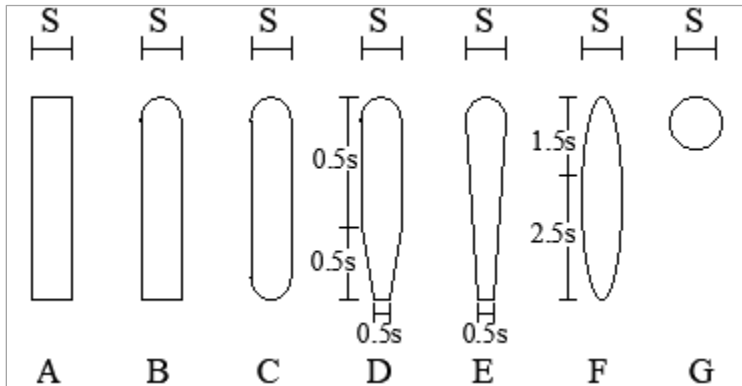
- La velocidad antes de la reja debe ser mayor a 0.3 m/s para evitar la sedimentación de la arena para condiciones de caudal medio y caudal mínimo (Ver Anexo J).

3.3.4.3.11 Cálculo de pérdidas de carga.

- **Pérdida de carga en rejillas limpias.** Según la (RAS, 2000) el factor de forma dependerá de la sección transversal de la reja (Ver Tabla 16), el cual se relaciona directamente con las pérdidas de carga de las rejillas como se muestra en la figura 18.

Figura 18

Diferentes formas de rejilla.



Fuente: (RAS, 2010)

Tabla 16

Coefficiente de pérdida para rejillas.

	Sección transversal						
Forma	A	B	C	D	E	F	G
β	2.42	1.83	1.67	1.035	0.92	0.76	1.79

Fuente: (RAS, 2010)

Como se mencionó anteriormente para determinar la pérdida de carga en las rejillas limpias se tiene que considerar una velocidad mayor a 0.3 m/s, para los caudales mínimos, medio y máximo (Ver Anexo K) considerando un factor de forma de tipo C en remplazo de la ecuación de Kirshmer.

$$h_l = \beta * ((n * wb)/(n + 1) * b)^{1.33} * h_v * \text{sen}\alpha \quad (\text{Ec. 36})$$

En la que:

h_l : Pérdida de carga en rejas limpias (m).

β : Factor de forma de las barras (adimensional).

h_v : Cabeza de velocidad aguas arriba de la reja (m).

- **Pérdida de carga en rejillas parcialmente sucias.** Para comprobar que las dimensiones calculadas son las adecuadas, (Metcalf & Eddy, 1995) proponen la siguiente ecuación para calcular la pérdida de carga en rejillas sucias, generalmente se utiliza un ensuciamiento del 50%, lo que hace que la velocidad a través de las barras, sea aproximadamente dos veces la velocidad de la rejilla limpia.

$$h_{ps} = 1.429 * (V_r^2 - v^2) / (2 * g) \quad (\text{Ec. 37})$$

En la que:

h_{ps} : Pérdida de carga parcialmente sucias (m).

V_r : Velocidad a través de las barras (m/s).

v : Velocidad aguas arriba de la reja (m/s) = $V_{\text{canal}} * E$, donde E : Eficiencia.

g : Aceleración de la gravedad (m/s^2).

3.3.4.3.12 Tirante de agua después de la reja (d_3).

El tirante después de la reja se determina, cuando el agua ha pasado por la barrera de la reja sucia al 50%. La diferencia de alturas aguas arriba de la reja y aguas debajo de la misma es de 1.5 cm determinada en el Anexo K.

$$d_3 = d_2 - h_f \text{ reja sucia} \quad (\text{Ec. 38})$$

$$d_3 = 0.14 \text{ m} - 0.015 \text{ m}$$

$$d_3 = 0.13 \text{ m}$$

3.3.4.4 Diseño del desarenador.

3.3.4.4.1 Objetivos del desarenador.

- Prevenir las obstrucciones en tuberías y depósitos en canales.
- Prevenir los efectos de cementamiento en el fondo de los sedimentadores y digestores de lodos.
- Controlar las acumulaciones de material inerte, dado que reduce el volumen útil de las unidades de tratamiento.

A continuación, se presentan los valores de partida para el diseño del desarenador.

Tabla 17

Parámetros de cálculo para el desarenador.

Características	Simbología	Valor	Unidad
Caudal máximo horario	Qmh	10.06	l/s
Número de unidades	Udes	2	-
Temperatura del agua	Temp	20	°C
Viscosidad cinética	Visc	0.01	cm ² /s
Diámetro crítico	Dc	0.02	cm
Densidad de la arena	ρ_s	2.65	g/cm ³
Densidad del agua	ρ_l	1	g/cm ³
Aceleración de gravedad	g	981	cm/s

Elaborado por: Los Autores.

3.3.4.4.2 Velocidad de sedimentación (V_s).

La velocidad vertical de una partícula sedimentable se determina a través del peso específico de la misma y de la temperatura del agua. Para el caso particular de los desarenadores, el peso específico de las partículas de la arena que serán removidas por el desarenador se puede suponer igual que 2.65 gr/cm³. (RAS, 2010)

Una vez definido el peso específico de la partícula y su diámetro se calcula la velocidad de asentamiento a través de la ley de Stokes que se muestra a continuación:

$$v_s = \frac{g * (\rho_s - \rho_L) * D_c^2}{18 * \text{Visc} * \rho_L} \quad (\text{Ec. 39})$$

$$V_s = \frac{(981 \text{ cm/s}) * (2.65 \text{ g/cm}^3 - 1 \text{ g/cm}^3) * (0.02 \text{ cm})^2}{18 * (0.01 \text{ cm}^2/\text{s}) * (1 \text{ g/cm}^3)}$$

$$V_s = 3.58 \text{ cm/s}$$

$$V_s = 0.036 \text{ m/s OK}$$

Para el diseño del desarenador, la (RAS, 2010) nos recomienda que la velocidad de sedimentación debe ser mayor a 0.03 m/s por lo que se estaría cumpliendo con esta condición.

3.3.4.4.3 *Velocidad de horizontal (Vh).*

Una vez definida la velocidad de sedimentación, se asumirá una velocidad horizontal de flujo en el desarenador teniendo en cuenta que se debe diseñar de tal manera de evitar la sedimentación de la materia orgánica, logrando únicamente la sedimentación de la arena y para ello se recomienda que esta velocidad sea mayor a 0.3 m/s, y que la relación entre estas sea inferior a 20.(RAS, 2010)

$$V_h = 0.32 \text{ m/s}$$

En la que: $\frac{V_h}{V_s} < 20$

$$\frac{0.32 \text{ m/s}}{0.03 \text{ m/s}} = 10.7 < 20$$

3.3.4.4.4 *Dimensiones del desarenador.*

- **Ancho del desarenador (Bd).** Si el área del desarenador es la siguiente:

$$A_d = Q_{mh} * V_h \quad (\text{Ec. 40})$$

$$Ad = \frac{\left(\frac{10.06}{1000}\right) \text{ m}^3/\text{s}}{0.33 \text{ m/s}}$$

$$\mathbf{Ad = 0.031 \text{ m}^2}$$

El ancho del desarenador dependerá del tirante de agua después de la reja.

$$\mathbf{Bd = Ad/d3} \quad \mathbf{(Ec. 41)}$$

$$Bd = \frac{0.031 \text{ m}^2}{0.13 \text{ m}}$$

$$\mathbf{Bd = 0.25 \text{ m}}$$

- **Longitud del desarenador (Ld).** Según la (RAS, 2010) el largo del desarenador (Ld1) debe ser como mínimo 4 veces el ancho del mismo, considerando que la tasa de desbordamiento superficial (Tds) no sobrepase los 1600 m³/m²/día.

$$\mathbf{Ld1 = 4 * Bd} \quad \mathbf{(Ec. 42)}$$

$$Ld1 = 4 * 0.25 \text{ m}$$

$$\mathbf{Ld1 = 2.00 \text{ m}}$$

Longitud teórica (Ld2)

$$\mathbf{Ld2 = d3 * Vh/Vs} \quad \mathbf{(Ec. 43)}$$

$$Ld2 = 0.13 \text{ m} * \frac{0.32 \text{ m/s}}{0.036 \text{ m/s}}$$

$$\mathbf{Ld2 = 1.12 \text{ m}}$$

$$\mathbf{Ld = 2.50 \text{ m};} \quad \text{Asumimos}$$

Tasa de desbordamiento superficial (Tds)

$$\mathbf{Tds = Qmh/(Bd * Ld) \quad (Ec. 44)}$$

$$Tds = \frac{\left(\frac{10.06 * 86400}{1000}\right) m^3/día}{0.25 m * 2.5 m}$$

$$\mathbf{Tds = 1391.25 m^3/m^2.día; OK}$$

- **Tolva de almacenamiento de la arena (Hd).** La altura para almacenamiento de arena varía entre 0.15 y 0.3 m, el cual asumiremos unos 15 cm para el diseño.

$$\mathbf{Hd = 0.15 m}$$

Y puede almacenar un volumen de arena (Va) de:

$$\mathbf{Va = Hd * Bd * Ld \quad (Ec. 45)}$$

$$Va = 0.15 m * 0.25 m * 2.00 m$$

$$\mathbf{Va = 0.075 m^3}$$

Para concluir con el diseño del desarenador se tiene que tomar en consideración el control de velocidad en el conjunto reja y desarenador. Generalmente para este tipo de proyectos se diseña canaletas Parshall o vertederos proporcionales Sutro.

La EPAA MEJIA EP, recomienda por simplicidad utilizar el vertedero proporcional Sutro en sentido de que no requiere de realce en el fondo del canal ni secciones de convergencia y divergencia como es exigido por la canaleta Parshall. Este dispositivo tiene como función regular el caudal a través de la carga que fácilmente puede ser calibrado (Ver Figura 19).

3.3.4.4.5 Dimensiones del vertedero proporcional.

- **Altura de la cresta del vertedero (y).**

$$y = 0.04 \text{ m}; \text{ Asumido}$$

- **Ancho del vertedero a máxima cabeza (Bm).**

$$Bm = Qmh / (4.173 * (d3 - y)^{0.5}) \quad (\text{Ec. 46})$$

$$Bm = \frac{\left(\frac{10.06}{1000}\right) \text{ m}^3/\text{s}}{4.173 * (0.12 \text{ m} - 0.04 \text{ m})^{1.5}}$$

$$Bm = 0.11 \text{ m}$$

En la que:

Bm: Ancho del vertedero a máxima cabeza (m).

Qmh: Caudal máximo horario (m^3/s).

d3: Tirante de agua después de la reja (m).

y: Altura de la cresta del vertedero (m).

Asumiendo que el ancho de la apertura del vertedero (Wa) es igual a ancho del vertedero a máxima cabeza (Bm), en este caso el caudal que circula por la estructura Sutro se asemeja al caudal máximo.

$$Q = 4.173 * (Wa * (d3 - y)^{0.5}) * (d3 - y) \quad (\text{Ec. 47})$$

$$Q = 4.173 * (0.11 * (0.12 - 0.05)^{0.5}) * (0.12 - 0.05)$$

$$Q = 0.01 \text{ m}^3/\text{s} \approx Qmh = 0.016 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$V = Q / (Bd * d3) \quad (\text{Ec. 48})$$

$$V = 0.01 \text{ m}^3/\text{s} / (0.25 \text{ m} * 0.12 \text{ m})$$

$$V = 0.335 \text{ m/s} \approx Vh = 0.32 \text{ m/s}$$

En la que:

Q: Caudal que pasa por el vertedero (m^3/s).

Qmh: Caudal máximo horario (m^3/s).

Wa: Ancho de la apertura del vertedero (m).

d3: Tirante de agua después de la reja (m).

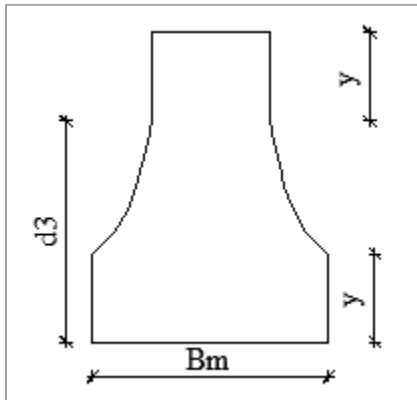
y: Altura de la cresta del vertedero (m).

V: Velocidad que pasa por el vertedero (m).

Vh: Velocidad del desarenador (m).

Figura 19

Perfil aproximado del vertedero proporcional Sutro..



Elaborado por: Los Autores.

3.3.4.5 Diseño de la trampa de grasas.

3.3.4.5.1 Objetivos de la trampa de grasas.

Separar las grasas y aceites de los sólidos, con el fin de trabajar en el tratamiento primario únicamente con material sólido además que disminuye con la contaminación en un gran porcentaje.

A continuación, se presentan los valores de partida para el diseño de la trampa de grasas.

Tabla 18

Parámetros de cálculo para la trampa de grasas.

Características	Simbología	Valor	Unidad
Tiempo de retención	Tr	4	min
Carga superficial	Csg	4	lt/s.m ²
Relación largo ancho	Lg/Bg	1.5	-
Caudal máximo horario	Qmh	10.06	lt/s

Elaborado por: Los Autores.

3.3.4.5.2 Volumen de la trapa de grasas (Vg).

Para el cálculo del volumen de la trampa de grasas se tiene que tener en cuenta el tiempo de retención hidráulica (Tr), el mismo que se encuentra en función del flujo de entrada como se muestra a continuación:

3 minutos para un caudal de entrada < 10 lt/s

4 minutos para un caudal de entrada = 10 lt/s – 20 lt/s

5 minutos para un caudal de entrada > 20 lt/s

Según lo descrito anteriormente, al tener en nuestro diseño un caudal máximo horario de 10.06 l/s, se ocupará un tiempo de retención (Tr) de 3 minutos y a través de estos parámetros se continua con el cálculo correspondiente:

$$\mathbf{Vg = Qmh * Tr \quad (Ec. 49)}$$

$$Vg = \left(\frac{10.06}{1000} \right) m^3/s * (3 * 60)s$$

$$\mathbf{Vg = 1.81 m^3}$$

- **Área superficial de la trapa de grasas (Ag)**

Según el (Ex -IEOS, 1992), para el cálculo del área superficial de la trampa de grasas se recomienda una carga superficial (Csg) de 4 lt/s.m².

$$Ag = Qmh/Csg \quad (\text{Ec. 50})$$

$$Ag = \frac{10.06 \text{ lt/s}}{4.00 \text{ lt/s. m}}$$

$$Ag = 2.52 \text{ m}^2$$

- **Dimensiones de la trampa de grasas.**

Teniendo ya calculado el área de la trapa de grasas (Ag) se asumirá una relación: largo (Lg)-ancho (Bg) de 1.5.

$$Ag = Lg * Bg \quad (\text{Ec. 51})$$

En la que: $\frac{Lg}{Bg} = 1.5$; $Lg = 1.5 Bg$

$$As = 1.5 Bg * Bg$$

$$As = 1.5 Bg^2$$

$$Bg = \sqrt{Ag/1.5}$$

$$Bg = \sqrt{\frac{2.52 \text{ m}^2}{1.5}}$$

$$Bg = 1.30 \text{ m}$$

$$Lg = 1.5 * Bg \quad (\text{Ec. 52})$$

$$Lg = 1.5 * 1.30 \text{ m}$$

$$Lg = 1.90 \text{ m}$$

Altura útil de la trampa de grasas (Hug)

$$\mathbf{Hug = Vg/Ag} \quad (\text{Ec. 53})$$

$$Hug = \frac{1.81 \text{ m}^3}{2.52 \text{ m}^2}$$

$$Hug = 0.72 \text{ m}$$

$$\mathbf{Hug = 0.75 \text{ m} ; \text{ Medida constructiva}}$$

Altura total de la trampa de grasas (Hg)

$$\mathbf{Hg = Hug + bg + Hc} \quad (\text{Ec. 54})$$

$$Hg = 0.75 \text{ m} + 0.15 \text{ m} + 0.55 \text{ m}$$

$$\mathbf{Hg = 1.45 \text{ m}}$$

En la que:

Vg: Volumen de trampa de grasas (m³).

Qmh: Caudal máximo horario (m³/s).

Tr: Tiempo de retención (min).

Csg: Carga superficial (lt/s.m²).

Ag: Área superficial de la trapa de grasas (m²).

Lg: Longitud de la trampa de grasas (m).

Bg: Ancho de la trapa de grasas (m).

Hug: Altura útil de la trampa de grasas (m).

Hg: Altura total de la trampa de grasas (m).

bg: Borde libre de la trampa de grasa (m).

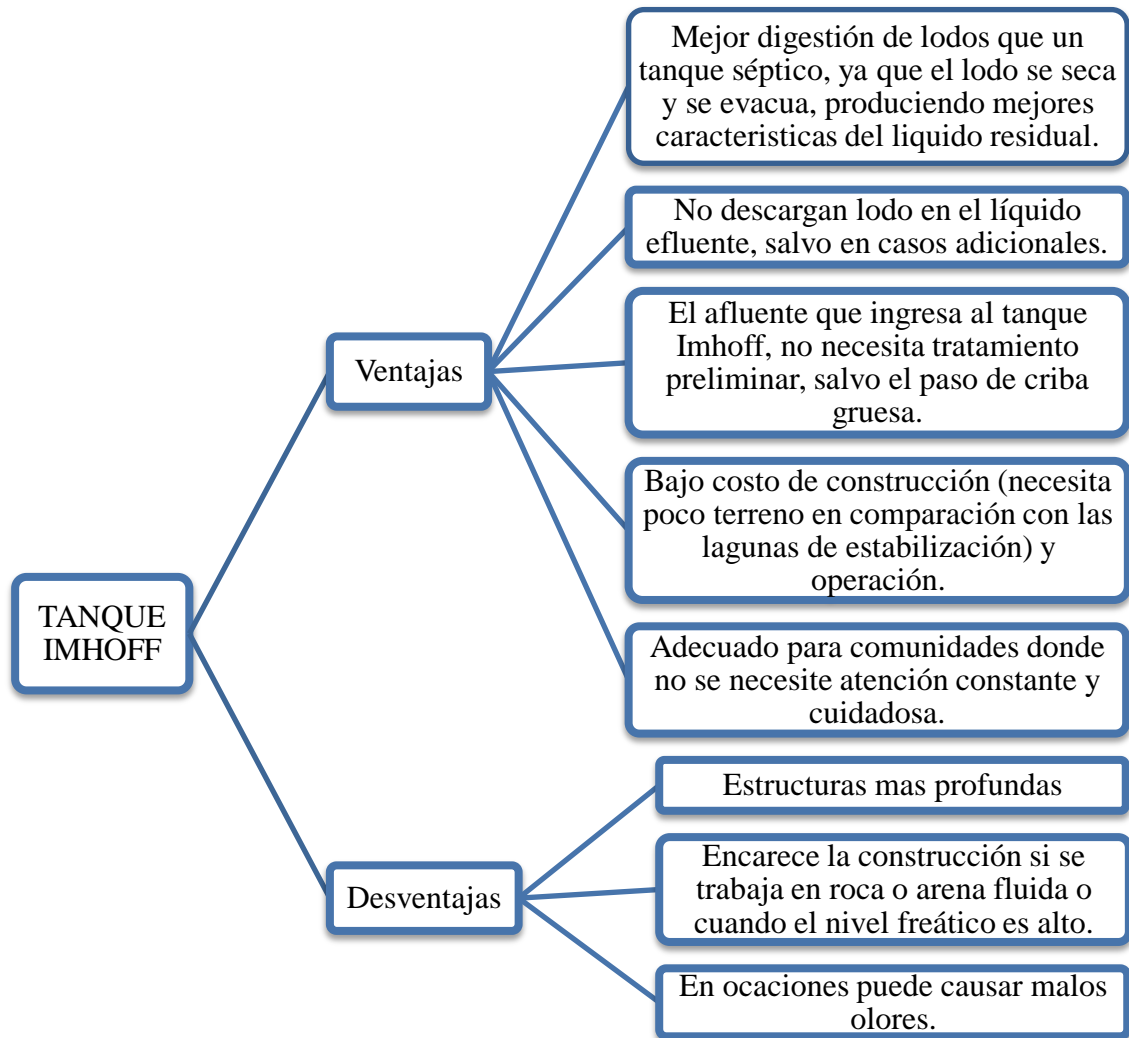
Hc: Altura del canal (m).

3.3.5 Tratamiento primario

Antes de decidir emplear una unidad de tratamiento en un proyecto, se debe tener claro las ventajas y desventajas de estos.

Figura 20

Mapa comparativo de ventajas y desventajas del tanque Imhoff.



Elaborado por: Los Autores.

Figura 21

Mapa comparativo de ventajas y desventajas del tanque Séptico.



Elaborado por: Los Autores.

Conocidas las ventajas y desventajas resulta conveniente trabajar para el presente proyecto con el tanque Imhoff para tratamiento de aguas residuales de uso doméstico.

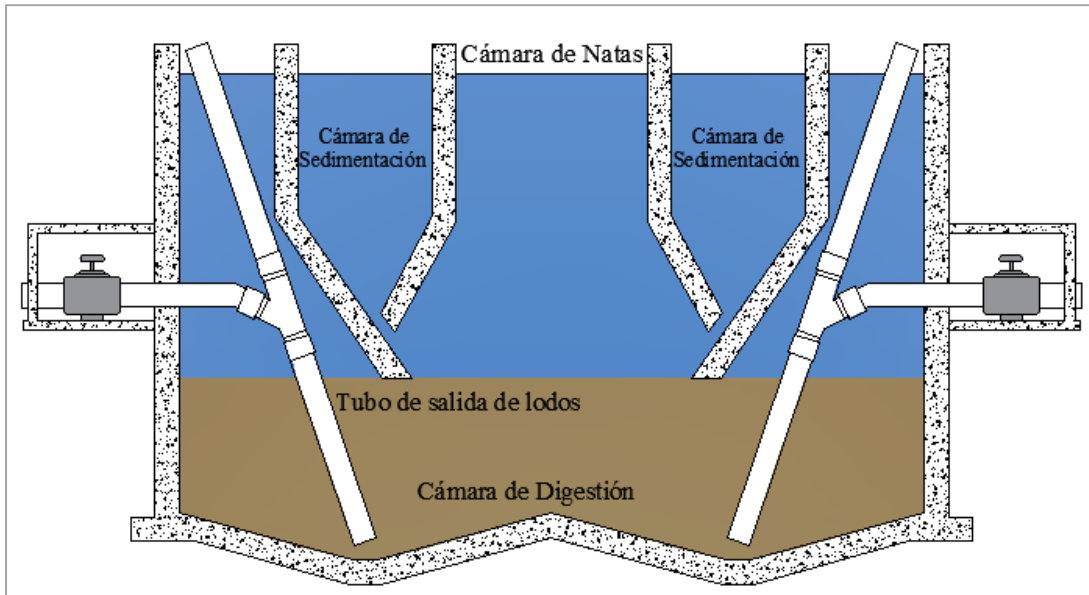
3.3.5.1 Recomendaciones de diseño.

Para el dimensionamiento del tanque Imhoff se tomara en consideración los criterios impartidos por la norma (Ex -IEOS, 1992).

El tanque Imhoff se divide en tres compartimientos que se muestran en la figura 22 los cuales se describen a continuación:

Figura 22

Corte transversal del tanque Imhoff.



Elaborado por: Los Autores.

3.3.5.1.1 Cámara de sedimentación.

Se deberá considerar los siguientes criterios para el diseño de la cámara de sedimentación teniendo en cuenta una capacidad mínima de 1500 litros.

- Para determinar el área del sedimentador se requiere una carga superficial de $1 \text{ m}^3 / (\text{m}^2 \cdot \text{h})$.
- Tiempo de retención nominal de 1 hora a 2.5 horas.
- La sección transversal del fondo del tanque de sedimentación se diseñará en forma de V y la pendiente de los lados, hacia la arista central oscilan entre el 67% al 80%.
- Se dispondrá una abertura para la arista central para facilitar paso de los sólidos de 0.15 m a 0.2 m.
- Considerar un borde libre entre 0.3 m a 0.6 m.

- El espesor las paredes del sedimentador de 0.25 m y una de las paredes inclinadas deberá prolongarse unos 15 a 20 cm, para que la capacidad de remoción de sólidos en suspensión no sea reducida por la presencia de gases y solidos desprendidos del digestor hacia el sedimentador.

3.3.5.1.2 *Cámara de digestión.*

Se deberá considerar los siguientes criterios para el diseño de la cámara de digestión teniendo en cuenta una capacidad mínima de 3500 litros.

- Su diseño deberá almacenar lodos durante el tiempo de 60 días, tiempo donde se considera completa la digestión.
- Para la determinación del volumen del fondo de lodos, se considerará una dotación de 60 litros por habitante.
- La sección transversal de la cámara de digestión tendrá forma de un tronco de pirámide, en la que las paredes deberán tener una inclinación de 30° a 45° con respecto a la horizontal.
- La altura máxima entre el sedimentador y el digestor deberá ser por lo mínimo 0.50 m.
- Para la extracción de los lodos se debe tomar en cuenta las siguientes recomendaciones.
- Se deberá usar tuberías de diámetro mínimo de 200 mm para la remoción de lodos y deberán ser ubicados 15 cm por encima del fondo del tanque.
- Se requiere una carga hidráulica mínima de 1.5 m para la remoción de los lodos.

3.3.5.1.3 Área de ventilación y cámara de natas.

Se deberá tomar en cuenta un volumen mínimo 1500 litros, y los siguientes criterios para el diseño de la superficie libre entre las paredes del digestor y las del sedimentador.

- El ancho libre del área de ventilación será de 0.6 m como mínimo.
- La superficie total libre será por lo menos 30% del de la superficie total del tanque.
- Se considerará un borde libre como mínimo de 0.30 m.

En atención a lo descrito, se han considerado los siguientes valores de partida para el diseño del taque Imhoff:

Tabla 19

Parámetros de cálculo para el tanque Imhoff.

Características	Simbología	Valor	Unidad
Caudal medio	Qm	4.193	lt/s
Número de unidades	Unid	2	-
Caudal medio por unidad	Qmu	2.097	lt/s
Caudal máximo horario	Qmh	10.06	lt/s
Carga superficial	Cs	1	m ³ /(m ² .h)
Periodo de retención hidráulica	R	1.5 a 2.5	h
Relación cámara de sedimentación	L/B	2	-
Espesor de las paredes del sedimentador	e	0.25	m
Ancho de la zona de ventilación de gases	v	1	m
Producción anual de lodos por habitante	Dlodos	60	lt/hab.año
Población servida	Pf	2724	hab
Carga hidráulica sobre el vertedero	Chv	250	m ³ /m*día

Elaborado por: Los Autores.

3.3.5.2 Diseño del sedimentador.

3.3.5.2.1 Área del sedimentador (A_s).

El área del sedimentador se calcula mediante la siguiente expresión:

$$A_s = Q_{mu}/C_s \quad (\text{Ec. 55})$$

$$A_s = \frac{\left(\frac{2.097}{1000}\right) \text{ m}^3/\text{s}}{\left(\frac{1}{3600}\right) \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{s})}$$

$$A_s = 7.55 \text{ m}^2$$

3.3.5.2.2 Volumen del sedimentador (V_s).

Se tienen que considerar para el diseño del sedimentador un volumen mínimo de 1500 litros y para su cálculo se asumirá un periodo de retención hidráulica (R) de 2 horas.

$$V_s = Q_{mu} * R \quad (\text{Ec. 56})$$

$$V_s = \left(\frac{2.097}{1000}\right) \text{ m}^3/\text{s} * (2 * 3600) \text{ s}$$

$$V_s = 15.09 \text{ m}^3$$

$$V_s = (15.09 * 1000) \text{ lt}$$

$$V_s = 15098.40 \text{ lt OK}$$

3.3.5.2.3 Dimensiones del sedimentador.

Teniendo ya calculado el área del sedimentador (A_s) se asumirá una relación: largo (L_s)-ancho (B_s) de 4.

$$A_s = L_s * B_s \quad (\text{Ec. 57})$$

En la que: $\frac{L_s}{B_s} = 4$; $L_s = 4 B_s$

$$A_s = 4 B_s * B_s$$

$$A_s = 4 B_s^2$$

$$Bs = \sqrt{As/4}$$

$$Bs = \sqrt{\frac{7.55 \text{ m}^2}{4}}$$

$$Bs = 1.37 \text{ m}$$

$$\mathbf{Bs = 1.40 \text{ m} ; \text{ Medida constructiva}}$$

$$\mathbf{Ls = 4 * Bs \quad (Ec. 58)}$$

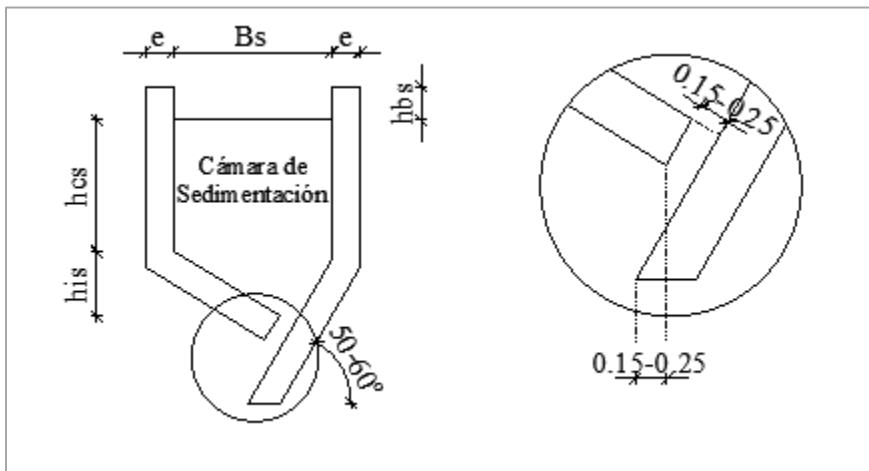
$$Ls = 4 * 1.40 \text{ m}$$

$$\mathbf{Ls = 5.60 \text{ m}}$$

A continuación, se presenta el dimensionamiento de la cámara de sedimentación (Ver Figura 23).

Figura 23

Esquema de la cámara de sedimentación.



Elaborado por: Los Autores.

- **Altura de la cámara del sedimentador (h_{is}).** Su cálculo se determinará asumiendo un ángulo con la horizontal (β) de 55°.

$$h_{is} = Bs/2 * \text{tg}(\beta) \quad (\text{Ec. 59})$$

$$h_{is} = \frac{1.40 \text{ m}}{2} * \text{tg}(55)$$

$$h_{is} = 1.00 \text{ m}$$

- **Volumen del fondo de la cámara del sedimentador (V_{fs})**

$$V_{fs} = Bs/2 * Ls * h_{is} \quad (\text{Ec. 60})$$

$$V_{fs} = \frac{1.40 \text{ m}}{2} * 5.60 \text{ m} * 1.00 \text{ m}$$

$$V_{fs} = 3.92 \text{ m}^3$$

- **Altura del cuerpo de la cámara del sedimentador (h_{cs})**

$$h_{cs} = (Vs - V_{fs}) / (Bs * Ls) \quad (\text{Ec. 61})$$

$$h_{cs} = \frac{15.09 \text{ m}^3 - 3.92 \text{ m}^3}{1.40 \text{ m} * 5.60 \text{ m}}$$

$$h_{cs} = 1.43 \text{ m}$$

$$h_{cs} = 1.50 \text{ m}; \text{ Medida Constructiva}$$

Considerar un borde libre de 0.3 m.

$$h_{bs} = 0.30 \text{ m}$$

- **Altura total del sedimentador (h_{Ts})**

$$h_{Ts} = h_{is} + h_{cs} + h_{bs} \quad (\text{Ec. 62})$$

$$h_{Ts} = 1.00 \text{ m} + 1.50 \text{ m} + 0.30 \text{ m}$$

$$h_{Ts} = 2.80 \text{ m}$$

3.3.5.3 Diseño del digestor.

3.3.5.3.1 Volumen del digestor (Vd).

Para el diseño del digestor se deberá tomar en consideración la temperatura a la cual los lodos se mantendrán almacenados (Ver Tabla 20). Según el (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Mejía, 2014), Tambillo se encuentra en una zona templada fría, que abarca una temperatura promedio que varía entre los 7° C a 14° C, el cual para nuestro proyecto se tomara como referencia 10° C.

Tabla 20

Factor de capacidad relativa.

Temperatura °C	Factor de capacidad relativa (fcr)
5.00	2.00
10.00	1.40
15.00	1.00
20.00	0.70
>25	0.50

Fuente: Organización Panamericana de la Salud (2005)

Debe señalarse que en zona de digestión se adoptó un volumen mínimo de 3500 litros y para su cálculo se tiene que considerar un espacio de 60 litros por habitante.

$$Vd = (Pf * Dlodos * fcr * n)/2 \quad (\text{Ec. 63})$$

$$Vd = \frac{2427 \text{ hab} * \left(\frac{60}{1000}\right) \text{ m}^3/\text{hab. año} * 1.4 * \left(\frac{4}{12}\right) \text{ año}}{2}$$

$$Vd = 33.98 \text{ m}^3$$

$$Vd = (33.98 * 1000) \text{ lt}$$

$$Vd = 33978 \text{ lt OK}$$

En la que:

Vd: Volumen del digestor (m^3).

Pf: Población futura (Habitantes).

D lodos: Producción anual de lodos por habitante ($m^3/hab.año$).

Fcr: Factor de capacidad relativa.

n: Tiempo de secado de lodos (años).

3.3.5.3.2 Dimensiones del digestor.

- **Ancho del digestor (Bd).** En la figura 24 mostrada a continuación, se puede apreciar el cálculo para la determinación del ancho de la cámara de digestión.

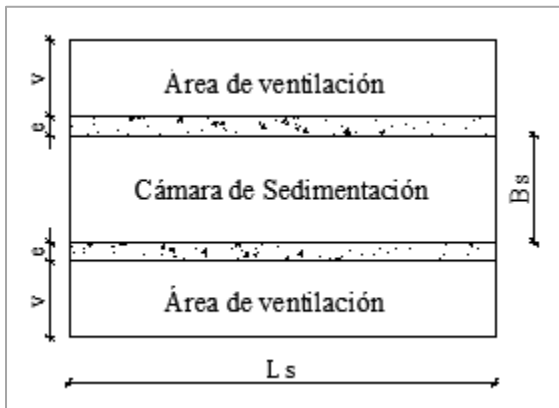
$$Bd = Bs + 2 * e + 2 * v \quad (\text{Ec. 64})$$

$$Bd = 1.40 \text{ m} + 2 * 0.25 \text{ m} + 2 * 1.00 \text{ m}$$

$$Bd = 3.90 \text{ m}$$

Figura 24

Vista en planta de una unidad del tanque Imhoff.



Elaborado por: Los Autores.

- **Longitud del digestor (Ld).** La longitud del digestor es la misma longitud del sedimentador (Ver figura 24).

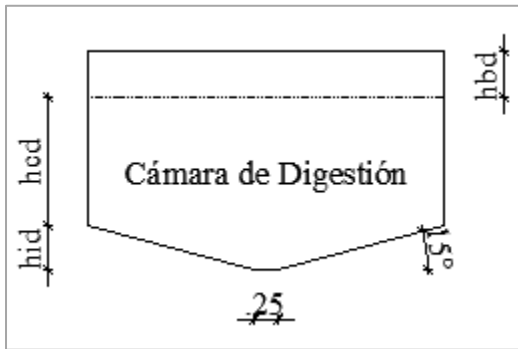
$$L_d = L_s \quad (\text{Ec. 65})$$

$$L_d = 5.60 \text{ m}$$

A continuación, se presenta el dimensionamiento de la cámara de digestión como lo indica la figura 25.

Figura 25

Corte longitudinal de la cámara de digestión.



Elaborado por: Los Autores.

- **Altura de la cámara del digestor (h_{id}).** Su cálculo se determinará asumiendo un ángulo con la horizontal (β) de 15° .

$$h_{id} = B_d/2 * \text{tg}(\beta) \quad (\text{Ec. 66})$$

$$h_{id} = \frac{3.90 \text{ m}}{2} * \text{tg}(15)$$

$$h_{id} = 0.50 \text{ m}$$

- **Volumen del fondo de la cámara del digestor (V_{fd})**

$$V_{fd} = B_d/2 * L_d * h_{id} \quad (\text{Ec. 67})$$

$$V_{fd} = \frac{3.90}{2} * 5.60 \text{ m} * 0.50 \text{ m}$$

$$V_{fd} = 5.46 \text{ m}^3$$

- **Altura del cuerpo de la cámara del digestor (h_{cd})**

$$h_{cd} = \frac{V_d - \frac{B_d * L_d * h_{id}}{3}}{B_d * L_d} \quad (\text{Ec. 68})$$

$$h_{cd} = \frac{33.98 \text{ m}^3 - \frac{3.90 \text{ m} * 5.60 \text{ m} * 0.50 \text{ m}}{3}}{3.90 \text{ m} * 5.60 \text{ m}}$$

$$h_{cd} = 1.40 \text{ m}$$

- **Volumen del cuerpo de la cámara del digestor (V_{cd})**

$$V_{cd} = V_d - V_{fd} \quad (\text{Ec. 69})$$

$$V_{cd} = 33.98 \text{ m}^3 - 5.46 \text{ m}^3$$

$$V_{cd} = 28.52 \text{ m}^3$$

Considerar un borde libre de 0.5 m.

$$h_{bd} = 0.50 \text{ m}$$

- **Altura total del digestor (h_{Td})**

$$h_{Td} = h_{id} + h_{cd} + h_{bd} \quad (\text{Ec. 70})$$

$$h_{Td} = 0.50 \text{ m} + 1.40 \text{ m} + 0.50 \text{ m}$$

$$h_{Td} = 2.40 \text{ m}$$

- **Altura total del tanque Imhoff (H_i)**

$$H_i = h_{Ts} + h_{Td} \quad (\text{Ec. 71})$$

$$H_i = 2.80 \text{ m} + 2.40 \text{ m}$$

$$H_i = 5.20 \text{ m}$$

Longitud mínima del vertedero de salida (L_v)

$$L_v = Qmh/Cvh \quad (\text{Ec. 72})$$

$$L_v = \frac{\left(\frac{10.062 * 86400}{1000}\right) \text{ m}^3/\text{dia}}{250 \text{ m}^3/\text{m. dia}}$$

$$L_v = 3.48 \text{ m}$$

3.3.5.4 Diseño del área de ventilación y cámara de natas.

3.3.5.4.1 Área de ventilación (A_v).

En la figura 24, mostrada en el cálculo del ancho del digestor, se puede evidenciar la forma de cálculo para determinar el área de ventilación.

$$A_v = 2 * v * L_d \quad (\text{Ec. 73})$$

$$A_v = 2 * 1.00 \text{ m} * 5.60 \text{ m}$$

$$A_v = 11.20 \text{ m}^2$$

3.3.5.4.2 Área de superficial (A_s).

$$A_s = (2 * v + 2 * e + B_s) * L_d \quad (\text{Ec. 74})$$

$$A_s = (2 * 1.00 \text{ m} + 2 * 0.25 \text{ m} + 1.40 \text{ m}) * 5.60 \text{ m}$$

$$A_s = 21.84 \text{ m}$$

3.3.5.4.3 Volumen del área de ventilación (V_v).

Se tienen que considerar para el diseño la zona de espumas un volumen mínimo de 1500 litros.

$$V_v = A_v * h_{cs} \quad (\text{Ec. 75})$$

$$V_v = 11.20 \text{ m}^2 * 1.45 \text{ m}$$

$$V_v = 16.24 \text{ m}^3$$

$$V_v = (16.24 * 1000) \text{ lt}$$

$$V_v = 16240 \text{ lt OK}$$

Por último, se comprobará la relación:

$$\frac{A_v}{A_s} * 100 > 30\% \quad (\text{Ec. 76})$$

$$\frac{11.20 \text{ m}^2}{21.84 \text{ m}^2} * 100 = 51.28 \%$$

$$51.28 \% > 30\% \quad \text{OK}$$

3.3.5.5 Eficiencia de remoción y calidad del afluente del tanque Imhoff.

Con el propósito de conocer los valores de remoción mediante el tanque Imhoff, es necesario conocer la contribución de caudal en m³/día y su población a servir para su cálculo.

$$Q_m = 4.193 \text{ lt/s}$$

$$Q_m = (4.193) \frac{\text{lt}}{\text{s}} * \left(\frac{86400}{1} \right) \frac{\text{s}}{\text{día}} * \left(\frac{1}{1000} \right) \frac{\text{m}^3}{\text{lt}} \quad (\text{Ec. 77})$$

$$Q_m = 362.3 \text{ m}^3/\text{día} ;$$

$$P_{ob} = 2427 \text{ hab}$$

De acuerdo con la tabla 12, los porcentajes de remoción para tratamiento primario son los siguientes:

- Porcentaje de remoción de Demanda Bioquímica de Oxígeno (%**DBO5**) = 40%.
- Porcentaje de remoción de Demanda Química de Oxígeno (%**DQO**) = 40%.
- Porcentaje de remoción de Sólidos en Suspensión (%**SS**) = 65%.

Y a través de la tabla 13, se sumará los aportes per cápita para aguas residuales domésticas para los parámetros mencionados anteriormente.

- Demanda Bioquímica de Oxígeno (**DBOp**) = 25 g/hab/día.
- Sólidos en Suspensión (**SSp**) = 30 g/hab/día.

Para el caso de la Demanda Química de Oxígeno (López & Crespi, 2015), proponen que el grado de biodegradabilidad en el agua de tratamiento está en función de la relación del DBO/DQO. Para aguas domesticas su relación se presenta entre 2.2 y 2.5, asumiendo para nuestro proyecto 2.2.

- Demanda Química de Oxígeno (**DQOp**) = 55 g/hab/día

Para efectos de control de contaminación toda descarga de un efluente a un cuerpo receptor, deberá cumplir con los valores establecidos por el (Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental, 2011) establecidos en la tabla 21 mostrada a continuación:

Tabla 21

Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce.

Parámetros	Expresado	Unidad	Límite máximo permisible
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días).	D.B.O5.	mg/l	100
Demanda Química de Oxígeno	D.Q.O.	mg/l	250
Sólidos Suspendidos	S.S.	mg/l	100
Aceites y Grasa	Sustancias solubles en hexano	mg/l	0.3

Fuente: (Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental, 2011)

A través de estos parámetros y la tabla 12 se presenta los siguientes resultados del proyecto:

Tabla 22

Tabla de resultados del proyecto.

Parámetro	Simbología	Afluente (mg/l)	Remoción %	Efluente (mg/l)	Limite max.perm (mg/l)
Demanda Bioquímica de Oxígeno	DBO5	167.47	40	100.0	100
Demanda Química de Oxígeno	DQO	368.43	40	221.1	250
Sólidos Suspendidos	SS	200.96	65	70.34	100

Elaborado por: Los autores.

3.3.5.6 Diseño del lecho de secado de lodos.

Los lechos de secado de lodos son generalmente el método más económico y simple de deshidratar los lodos estabilizados (lodos digeridos), lo cual resulta lo ideal para comunidades pequeñas.

Para el dimensionamiento del lecho de secado de lodos se tomara en consideración los criterios impartidos por la norma (Ex -IEOS, 1992).

- Para la concentración de sólidos (Cs) asumir para lodos primarios digeridos de 8% a 12% de sólidos.
- La gravedad especifica de los lodos varían de 1.03 a 1.04.
- El área de lechos de secado se determina considerando una profundidad entre 20 y 30 cm.
- Para el medio de drenaje considerar 30 cm de espesor.

En atención a lo descrito, se han considerado los siguientes valores de partida:

Tabla 23

Parámetros de cálculo para el diseño del lecho de secado de lodos.

<i>Características</i>	<i>Simbología</i>	<i>Valor</i>	<i>Unidad</i>
Contribución de sólidos en suspensión	Ssp	30	g/hab.día
Gravedad especifica de lodos digeridos	ρ_{lodo}	1.04	kg/lt
Población servida	Pob	2724	hab
Concentración de sólidos	Cs	8	%
Periodo de digestión	td	76	días
Profundidad de aplicación	Ha	0.3	m

Elaborado por: Los Autores.

3.3.5.7 Carga de sólidos que ingresa al sedimentador (C).

A nivel de proyecto se puede estimar la carga en función a la contribución per cápita de sólidos en suspensión, de la siguiente manera:

$$C = (Pf * SSP)/(1000 * Unid) \quad (\text{Ec. 78})$$

$$C = \frac{2427 \text{ hab} * 30 \text{ g/hab. día}}{1000 * 2}$$

$$C = 36.41 \text{ kg de SS/día}$$

3.3.5.7.1 Masa de sólidos que conforman los lodos (Msd).

$$Msd = (0.5 * 0.7 * 0.5 * C) + (0.5 * 0.3 * C) \quad (\text{Ec. 79})$$

$$Msd = (0.5 * 0.7 * 0.5 * 36.41 \text{ kg de SS/día}) + (0.5 * 0.3 * 36.41 \text{ kg de SS/día})$$

$$Msd = 11.83 \text{ kg de SS/día}$$

3.3.5.7.2 Volumen de lodo diario digerido (Vld).

Considerar para el cálculo del volumen de lodos diario una concentración de sólidos (Cs) del 8% y una gravedad específica de los lodos digeridos (ρ_{lodo}) de 1,04 kg/lt.

$$Vld = Msd/(\rho_{\text{lodo}} * Cs) \quad (\text{Ec. 80})$$

$$Vld = \frac{11.83 \text{ kg de SS/día}}{(1.04 * 1000) \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * \left(\frac{8}{100}\right)}$$

$$Vld = 0.142 \text{ m}^3/\text{día}$$

3.3.5.7.3 Volumen de lodos a extraerse del tanque (Vel).

Una vez determinado el volumen de lodo diario digerido y teniendo en cuenta un periodo de digestión (td), que varía en función de la temperatura como se presenta en la tabla 24, se procede a calcular el volumen de lodos a extraerse del tanque Imhoff.

$$\text{Vel} = \text{Vld} * \text{td} \quad (\text{Ec. 81})$$

$$\text{Vel} = 0.142 \frac{\text{m}^3}{\text{día}} * 76 \text{ días}$$

$$\text{Vel} = 10.81 \text{ m}^3$$

Tabla 24

Tiempo de digestión en días.

Temperatura °C	Tiempo de digestión en días
5.00	110.00
10.00	76.00
15.00	55.00
20.00	40.00
>25	30.00

Fuente: Organización Panamericana de la Salud (2005)

3.3.5.7.4 Área del lecho de secado (Als).

Para su cálculo se adoptó una profundidad de aplicación (Ha) de 30 cm.

$$\text{Als} = \text{Vel}/\text{Ha} \quad (\text{Ec. 82})$$

$$\text{Als} = \frac{10.81 \text{ m}^3}{0.3 \text{ m}}$$

$$\text{Als} = 36.03 \text{ m}^2$$

3.3.5.7.5 Dimensiones del lecho de secado

- **Ancho del lecho de secado (Bls).** Los tanques de lecho de secado generalmente están contruidos con un ancho de 3 m y 6 m, para nuestro diseño se asumirá un ancho de 3 m.

$$\mathbf{Bls = 3.00\ m}$$

- **Longitud del lecho de secado (Lls).** La geometría de los lechos de secado generalmente es rectangular, por tanto, para fines de dimensionamiento, se ocupará la siguiente relación:

$$\mathbf{Lls/Bls < 1.5 \quad (Ec. 83)}$$

$$\mathbf{Lls = 1.5 * Bls}$$

$$\mathbf{Lls = 1.5 * 3.00\ m}$$

$$\mathbf{Lls = 6.50\ m}$$

- **Fondo de drenaje (hd).** El medio de drenaje nos ayuda al drenaje de agua de lluvias cuando los lechos están fuera de operación. Por lo general se construyen de 0.3 m de espesor.

$$\mathbf{Hd = 0.30\ m}$$

3.3.5.8 Descarga al cuerpo receptor.

Se propone que el agua tratada del barrio deberá ser descargada directamente a la quebrada de profundidad promedio de 1.6 m.

Al trabajar con caudales bajos, el desfogue puede hacerse a través de una tubería de 250 mm soterrada, asegurando el desempeño del muro a gravedad propuesto para estabilizar la ubicación de la planta de tratamiento. Además, al trabajar con pendiente altas en el sitio se preverá colocar en el sitio de descarga un enrocado, para evitar la erosión por la llegada brusca del efluente.

3.4 Diseño del alcantarillado pluvial

3.4.1 Generalidades

El sistema de alcantarillado pluvial es el conjunto de obras construidas por conductos y obras concordantes como canaletas, sumideros, cunetas, etc.

Tiene como objetivo principal recolectar y transportar el agua de lluvia que se concentra en las calles, veredas y áreas verdes de una zona hacia un cuerpo receptor, evitando inundaciones en época de altas precipitaciones que impiden el normal desarrollo de las actividades de un sector.

3.4.2 Disposiciones

El diseño del alcantarillado pluvial pretende cubrir un área de 21.2 Ha de proyecto, a través del método racional que considera para su cálculo un área menor a 200 Ha, tomando en cuenta los parámetros de escurrimientos superficial e intensidad para la determinación del caudal de diseño.

3.4.3 Normas Técnicas

Para el diseño del sistema de alcantarillado pluvial como sus obras concordantes se realizan bajo el código ecuatoriano de la construcción (CPE INEN 05, 1992) y la normativa técnica vigente de la empresa metropolitana de alcantarillado y agua potable Quito (EMAAP-Q, 2009).

3.4.4 Bases de diseño

3.4.4.1 Coeficiente de escurrimiento (C).

Este coeficiente depende de varios factores como:

- Características y condiciones del suelo.
- Pendiente y cobertura vegetal.
- Ocupación y terminado de la calzada.
- Condiciones meteorológicas como intensidad de precipitación (Ver Anexo L).

En la visita de campo, se pudo apreciar diferentes tipos de superficies de acuerdo al terminado de la calzada y características del área, lo que nos permite determinar un coeficiente de escurrimiento ponderado (Ver Tabla 25) presentado a continuación.

$$\mathbf{C_{pon} = (\%Sup1 * C1) + (\%Sup2 * C2) + (\%Sup3 * C3) + (\%Sup4 * C4)} \quad \mathbf{(Ec. 84)}$$

$$C_{pon} = (5\% * 0.60) + (40\% * 0.52) + (30\% * 0.41) + (25\% * 0.30)$$

$$\mathbf{C_{pon} = 0.43}$$

Tabla 25*Coeficiente de escorrentía ponderado.*

Tipo de superficie	% Superficie	Características del área	Factor K	C
Asfaltado	5	Relieve del terreno	10	
		Permeabilidad del suelo	20	
		Vegetación	20	
		Capacidad de almacenaje de agua	20	
		Total	70	0.60
Adoquinado	40	Relieve del terreno	10	
		Permeabilidad del suelo	15	
		Vegetación	15	
		Capacidad de almacenaje de agua	15	
		Total	55	0.52
Empedrado	30	Relieve del terreno	10	
		Permeabilidad del suelo	10	
		Vegetación	15	
		Capacidad de almacenaje de agua	10	
		Total	45	0.41
Terreno Natural	25	Relieve del terreno	10	
		Permeabilidad del suelo	5	
		Vegetación	10	
		Capacidad de almacenaje de agua	5	
		Total	30	0.30

Elaborado por: Los Autores.

3.4.4.2 Período de retorno (Tr).

Es la probabilidad de ocurrencia de un evento de crecida en un determinado tiempo, al menos una vez dicho evento podrá ser igualado o excedido.

Para elegir el período de retorno se tomará en cuenta los siguientes criterios:

- Importancia de la obra.
- Riesgos que podría generar la crecida máxima.
- Tipo de material.
- Facilidad de reconstrucción o adecuación.
- Tipo de ocupación del área de influencia de la obra.

El periodo de retorno recomendado por la (EMAAP-Q, 2009), basado en el tipo de ocupación del área de influencia se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 26

Períodos de retorno para diferentes ocupaciones del área.

Tipo de obra	Tipo de ocupación del área de influencia de la obra	Tr (años)
Micro drenaje	Residencial	5
Micro drenaje	Comercial	5
Micro drenaje	Área con edificios de servicio público	5
Micro drenaje	Aeropuertos	10
Micro drenaje	Áreas comerciales y vías de tránsito intenso	10-25
Micro drenaje	Áreas comerciales y residenciales	25
Micro drenaje	Áreas de importancia específica	50-100

Elaborado por: Los Autores.

El valor que hemos fijado para el proyecto a desarrollar es de un área residencial que tiene como periodo de retorno de 5 años.

3.4.4.3 Tiempo de concentración (Tc).

Es el tiempo necesario que se demora en recorrer una gota de lluvia desde el punto más lejano hasta llegar al cuerpo receptor.

El tiempo de concentración está en función del tipo de suelo, vegetación, pendiente y longitud del río.

$$T_c = t_i + t_f \quad (\text{Ec. 85})$$

En la que:

t_i : Tiempo de entrada al sistema de alcantarillado (minutos).

t_f : Tiempo de recorrido de flujo a lo largo de la tubería (minutos).

Para estimar el tiempo de entrada al sistema se aplicó la fórmula de Kerby (1959), la cual considera una longitud de recorrido menor a 366 m.

De acuerdo a las características del área donde se desarrollará el proyecto, el valor de N para una superficie de suelo compacto continuo es de 0.10, considerando longitudes máximas entre pozos de 80 m y una pendiente máxima del terreno de 6.44 %.

$$t_i = 1.44(N * L/\sqrt{S})^{0.467} \quad (\text{Ec. 86})$$

$$t_i = 1.440 \left(\frac{0.10 * 80}{\sqrt{0.0644}} \right)^{0.467}$$

$$t_i = 7.21 \text{ minutos}$$

En la que:

t_i : Tiempo de concentración (minutos).

N: Tipo de superficie.

L: Longitud máxima entre pozos (m).

S: Pendiente máxima del terreno (%).

Para pozos de cabecera se tomará como mínimo un tiempo de concentración de 12 minutos con el objeto de no sobrestimar la intensidad de precipitación calculada con valores menores a este tiempo.

3.4.4.3.1 *Tiempo de flujo (t_f).*

Es el tiempo de recorrido a lo largo de las tuberías del sistema de alcantarillado y se puede determinar a través de la fórmula de Manning.

$$t_f = L/(60 * V) \quad (\text{Ec. 87})$$

En la que:

t_f = Tiempo de viaje en el conducto (minutos).

L = Longitud (m).

V = Velocidad media en la sección de escurrimiento (m/s) = Q/A

3.4.4.4 Intensidad (I).

Es la altura de la precipitación expresada en mm para un intervalo dado, la misma que se calcula para varios intervalos y diferentes periodos.

Estos datos son de importancia, ya que las lluvias con altas intensidades en cortos periodos, presentan una mayor actividad erosiva en los suelos e incrementan los volúmenes escurridos. (Anaya, 1998, p. 15)

Para los proyectos que se elaboren en el ámbito de la ciudad de Quito y sus alrededores se emplearán las curvas I-D-F desarrolladas en el Proyecto SISHILAD. Se recomienda que la ecuación de la estación Izobamba sea utilizada para el sur de Quito, particularmente en sectores que se ubiquen en las faldas orientales del Atacazo. (EMAAP-Q, 2009, p. 72)

Es así que la zona de estudio cumple con esta condición y para conocer la intensidad de precipitación que se utilizará en el proyecto se aplicará la siguiente formula, para una duración de 12 minutos y un periodo de retorno de 5 años definido.

$$I = (74.7140 * Tr^{0.0888} * [\ln(tc + 3)]^{3.8202} * \ln Tr^{0.1892}) / tc^{1.6079} \quad (\text{Ec. 88})$$

$$I = \frac{74.7140 * (5 \text{ años})^{0.0888} * [\ln(12 \text{ min} + 3)]^{3.8202} * \ln(5 \text{ años})^{0.1892}}{12^{1.6079}}$$

$$I = 78.02 \text{ mm/h}$$

3.4.4.5 Trazado de la red.

Las tuberías de la red pluvial se ubicarán en el centro de la calzada y de igual manera que el alcantarillado sanitario la máxima longitud entre los pozos de revisión no deberá exceder los 100 m para diámetros de tuberías menores de 350 mm; 150 m para diámetros de tuberías de 400 mm y 800 mm; 200 m para diámetros de tuberías mayores que 800 mm, independientemente de la clase de tubería que se utilice para el diseño.

3.4.4.5.1 Pozos de revisión y cajas domiciliarias.

Al igual que en el alcantarillado sanitario, los pozos de revisión se colocarán en cambios de pendientes, sección y dirección como también en tramos de cabecera.

Cabe mencionar que, para el diseño de un alcantarillado separado, se requiere de dos cajas domiciliarias, una para descargas sanitarias y otra para el drenaje pluvial domiciliar.

3.4.4.5.2 Profundidad máxima y mínima a la cota clave.

Con el objeto de permitir el drenaje por gravedad del agua pluvial, es necesario profundizar 1.5 m mínimo con respecto a la cota clave de la tubería (Ver Tabla 27). Sin embargo, para evitar conexiones ilícitas en el alcantarillado pluvial se asumirá una profundidad de 1.8 m como mínimo.

De modo similar que en el alcantarillado sanitario se podrá profundizar máximo 5 m, aunque puede ser mayor a menos que se justifique y garantice los requerimientos geotécnicos.

Tabla 27

Profundidad mínima de tuberías.

Zona	Profundidad (m)
Peatonal o verde	1.5
Vehicular	1.5

Fuente: (EMAAP-Q, 2009)

3.4.4.6 Áreas de drenaje.

En base a la ubicación geográfica de la zona de estudio, se puede observar una divisoria topográfica definida por la autopista General Rumiñahui y la quebrada Tambilloyacu, por tanto, que, el área de drenaje se puede subdividir de manera similar a las áreas de aportación determinadas para el diseño de alcantarillado sanitario, considerando un incremento del 12% de las mismas debido a la presencia de áreas verdes y vegetación en el barrio.

3.4.5 Caudal de diseño

Para estimar el caudal pluvial máximo de diseño se empleó el método racional a partir de los parámetros determinados anteriormente como la intensidad de precipitación, área de drenaje y coeficiente de escurrimiento estimado sobre las características de la zona de estudio (Ver Anexo M), el cual está definido por la siguiente expresión:

$$Q_p = (C * I * A) / 0.36 \quad (\text{Ec. 89})$$

En la que:

Q_p : Caudal pluvial (lt/s).

C: Coeficiente de escurrimiento.

I: Intensidad de lluvia (mm/h) – (Estación meteorológica IZOBAMBA).

A: Área de aporte (Ha).

3.4.6 Dimensionamiento

Para el dimensionamiento de la red de alcantarillado pluvial se tomará en cuenta las recomendaciones dadas por la norma (EMAAP-Q, 2009).

3.4.6.1 Diámetro interno mínimo.

La norma (EMAAP-Q pág. 98), recomienda que para redes de alcantarillado pluvial el diámetro mínimo será de 400 mm; esto con el fin de evitar obstrucciones en el colector ocasionado por agentes externos adicionales al caudal de esorrentía transportado (basuras y otros). Para tramos iniciales en sistemas de drenaje no muy complejos, verificando el proyectista las condiciones de velocidad mínima y máxima, podrán aceptarse diámetros de 300 mm.

3.4.6.2 Material de las tuberías.

El material de diseño para el alcantarillado pluvial será PVC por las características mencionadas anteriormente en el diseño de alcantarillado sanitario.

3.4.6.3 Velocidad mínima y máxima.

Con el fin de evitar la acumulación de sedimentos en las tuberías considerar en el proyecto una velocidad mínima de 0.6 m/s.

Por otro lado, la velocidad máxima para alcantarillado pluvial dependerá plenamente del material a utilizar en los conductos. Al trabajar con PVC (Ver Tabla 28), se considerará una velocidad máxima de 7.5 m/s.

Tabla 28

Velocidad máxima permitida para diferentes materiales de tubería.

Material de la tubería	Velocidad máxima (m/s)
Tubería de hormigón simple hasta 60 cm. de diámetro	4.5
Tubería de hormigón armado de 60 cm. De diámetro o mayores	6
Hormigón armado en obra para grandes conducciones 210/240 kg/cm ²	6.0 -6.5
Hormigón armado en obra 280/350 kg/cm ² . Grandes conducciones	7.0 – 7.5
PEAD; PVC; PRFV	7.5
Acero*	9.0 o mayor
Hierro dúctil o fundido *	9.0 o mayor
A ser utilizados en rápidas y/o tramos cortos	

Fuente: (EMAAP-Q, 2009)

3.4.6.4 Pendiente mínima y máxima.

Al igual que el alcantarillado sanitario las pendientes del proyecto dependerán directamente del diámetro de la tubería y la velocidad, los mismos que deberán ser definidos para cada tramo.

3.5 Hidráulica de las tuberías del sistema de alcantarillado.

De la misma manera que el alcantarillado sanitario, el objetivo es trabajar con una sección de tubería parcialmente llena a gravedad y no a presión. Cumpliendo con los criterios de velocidad máxima y mínima (Ver Anexo M).

3.5.1 Flujo en tuberías parcialmente llenas

Para el diseño de la red de alcantarillado y el cálculo se lo realizará a través de relaciones geométricas que actúan en función del ángulo (α), propuesto en el alcantarillado sanitario.

3.5.1.1 Fórmulas para el diseño del alcantarillado pluvial.

Cuando el nivel del flujo es mayor al 50% del diámetro del conducto, las fórmulas para el dimensionamiento del alcantarillado pluvial serían las siguientes:

- Ángulo (α)

$$\alpha = \arcsin \frac{h - D/2}{D/2} \quad (\text{Ec. 90})$$

- Área mojada (w)

$$w = \frac{\pi D^2}{8} + \frac{2\pi D^2}{4} * \frac{\alpha}{360} + 2 * \frac{1}{2} * \left(h - \frac{D}{2}\right) * \frac{D}{2} * \cos \alpha \quad (\text{Ec. 91})$$

- Perímetro mojado (x)

$$x = \frac{\pi D}{2} + 2\pi D * \frac{\alpha}{360} \quad (\text{Ec. 92})$$

Por otro lado, cuando el nivel del flujo es menor al 50% del diámetro del conducto, las fórmulas para el dimensionamiento del alcantarillado pluvial serían las siguientes:

- **Ángulo (α)**

$$\alpha = \arcsin \frac{D/2 - h}{D/2} \quad (\text{Ec. 93})$$

- **Área mojada (w)**

$$w = \frac{\pi D^2}{8} - \frac{2\pi D^2}{4} * \frac{\alpha}{360} - 2 * \frac{1}{2} * \left(\frac{D}{2} - h \right) * \frac{D}{2} * \cos \alpha \quad (\text{Ec. 94})$$

- **Perímetro mojado (x)**

$$x = \frac{\pi D}{2} - 2\pi D * \frac{\alpha}{360} \quad (\text{Ec. 95})$$

Las siguientes expresiones se aplican para cualquier tubería parcialmente llena, independientemente del nivel flujo.

- **Radio Hidráulico (R)**

$$R = w/x \quad (\text{Ec. 96})$$

- **Coefficiente de Chezy (C)**

$$C = R^{1/6}/n \quad (\text{Ec. 97})$$

- **Velocidad de diseño (V)**

$$V = C * R^{1/2} \sqrt{J} \quad (\text{Ec. 98})$$

- **Caudal de diseño sanitario (Q_{ds})**

$$Q_{ds} = V * w \quad (\text{Ec. 99})$$

En la que:

h: Tirante hidráulico (m).

D: Diámetro del conducto (m).

w: Área mojada (m^2).

x: Perímetro mojado del flujo en sección parcialmente llena (m).

R: Radio hidráulico del flujo en sección parcialmente llena (m).

C: Coeficiente de Chezy ($m^{1/2} * s^{-1}$).

n: Coeficiente de rugosidad de Manning.

V: Velocidad de diseño en la sección parcialmente llena (m/s).

J: Pendiente (m/m).

Qds: Caudal de diseño sanitario (m^3/s).

3.6 Diseño de la obra de desfogue

3.6.1 Análisis conceptual de diseño

Para la disposición final del caudal pluvial es necesario contar con una estructura de desfogue, denominando así a la obra final del sistema de alcantarillado, ya que, aquella estructura permitirá asegurar el vertido de las aguas lluvias hacia el cuerpo receptor. Por lo general este tipo de estructuras deberán diseñarse por encima de los niveles que tome el agua en condiciones críticas, evitando daños a futuro como erosión y socavación en el fondo del mismo o deslizamientos, donde se deben tomar en cuenta criterios técnicos, económicos y ambientales en el lugar donde se llevará a cabo el proyecto.

El uso de este tipo de estructura se debe a la necesidad de vencer desniveles muy altos, que tiene por objeto disipar la energía cinética que el agua adquiere en su caída, en nuestro medio

también se emplean para realizar cambios de dirección de flujo, generalmente en los sistemas de alcantarillado, ya sea hacia un cuerpo receptor o una planta de tratamiento.

Las estructuras más comunes a utilizar son:

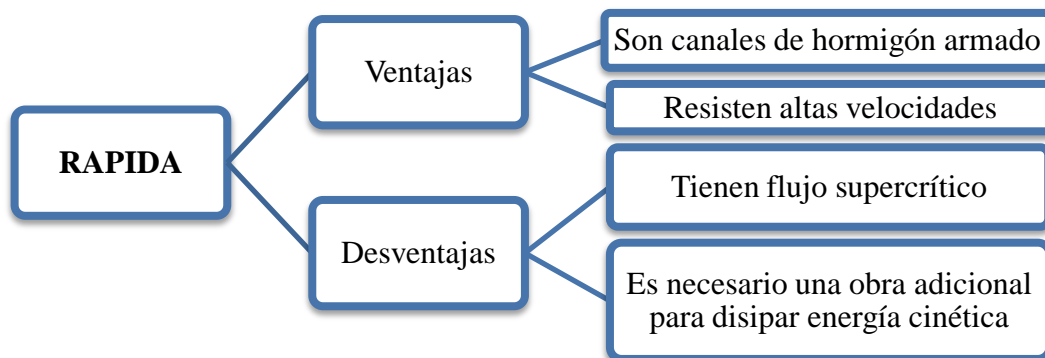
- Caídas en tubo.
- Rápidas.
- Rápidas escalonadas.
- Combinación de rápidas lisas y escalonadas.
- Escalones.

Para el presente proyecto la obra a utilizar es la rápida, siendo esta la más frecuente en proyectos pequeños con menor costo en comparación a otras que demandan mayor complejidad geométrica.

3.6.1.1 Ventajas y desventajas de la obra de desfogue de la rápida.

Figura 26

Ventajas y desventajas de la rápida.



Elaborado por: Los Autores.

3.6.2 Ubicación de la estructura de desfogue

La estructura de desfogue será ubicada en las coordenadas UTM norte 9955235.09 y este 774445.24 (Ver Figura 27), donde el caudal será receptado por el cuerpo hídrico en tiempos de lluvia (Ver Figura 28), el mismo que en la actualidad presenta una profundidad promedio de 30 cm y un ancho de 2.10 m.

Figura 27

Ladera donde se ubicará la estructura de desfogue.



Elaborado por: Los Autores.

Figura 28

Medición de la altura de flujo de la quebrada Tambilloyacu.



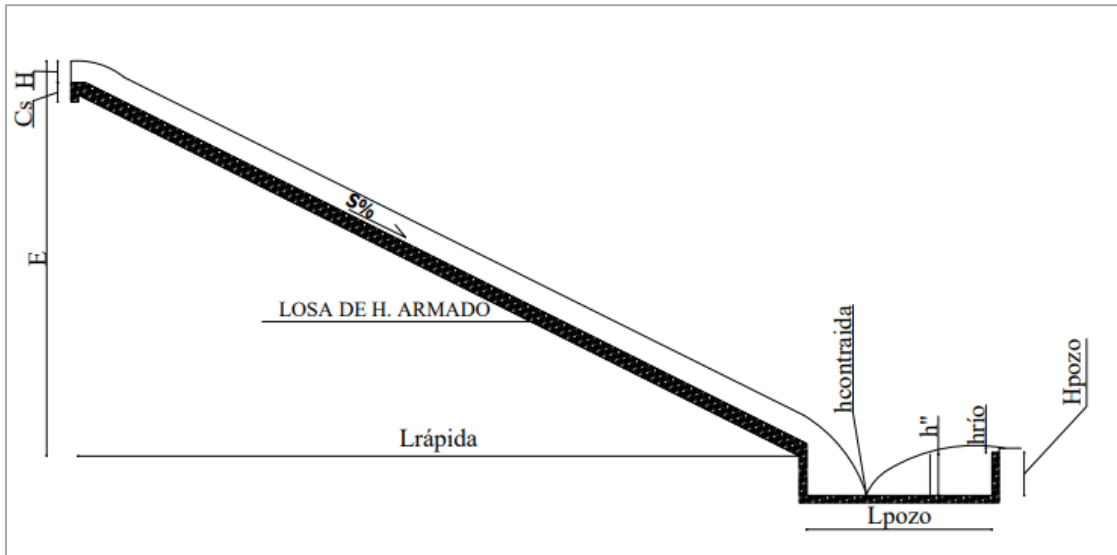
Elaborado por: Los Autores.

3.6.3 Diseño de la estructura de desfogue

El caudal pluvial receptado para el diseño será de $1.05 \text{ m}^3/\text{s}$, siendo este de gran magnitud que alcanza velocidades altas y por consiguiente acumula energía cinética, para lo cual, es necesario adoptar una obra de disipación (Ver Figura 29) al pie de la estructura, con la finalidad de evitar socavación, erosión o afectación a la estabilidad del talud y a su vez no exista resalto hidráulico desplazado.

Figura 29

Representación gráfica de la obra de desfogue y la obra de dissipación.



Elaborado por: Los Autores.

La rápida longitudinalmente es dividida en tramos por juntas de deformación ubicadas cada 10 a 25 metros, los cuales seccionan los muros y las losas. Se asumirá una sección transversal rectangular debido a que esta es la más difundida en proyectos a menor escala.

A continuación, se presentan los valores de partida para la longitud de la obra de desfogue y su canal.

Tabla 29

Parámetros de cálculo para la longitud de la obra de desfogue y su canal.

Características	Simbología	Valor	Unidad
Cota inicial	Cinicial	2720.00	msnm
Cota final	Cfinal	2695.00	msnm
Caudal excedente	Qex	1.05	m ³ /s
Pendiente	i	50	%
Altura de desnivel	Hdes	25.00	m
Rugosidad del hormigón	n	0.01	-

Elaborado por: Los Autores.

3.6.3.1.1 Longitud de la obra de desfogue.

Para su determinación es necesario calcular las siguientes expresiones:

- Longitud de desnivel (Lh).

$$Lh = Hdes/i \quad (\text{Ec. 100})$$

$$Lh = \frac{25 \text{ m}}{50\%}$$

$$Lh = 50.00 \text{ m}$$

- Ángulo de desnivel (θ)

$$\tan\theta = Hdes/Lh \quad (\text{Ec. 101})$$

$$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{25 \text{ m}}{50 \text{ m}}\right)$$

$$\theta = 26.56^\circ$$

- Longitud de la obra de desfogue (Lr)

$$Lr = Lh/\cos\theta \quad (\text{Ec. 102})$$

$$Lr = \frac{50 \text{ m}}{\cos(26.56)}$$

$$Lr = 55.87 \text{ m}$$

3.6.3.1.2 Diseño del canal de desfogue.

- Módulo del caudal necesario (Knec)

$$Knec = Q/\sqrt{i} \quad (\text{Ec. 103})$$

$$Knec = \frac{1.05 \text{ m}^3/\text{s}}{\sqrt{50\%}}$$

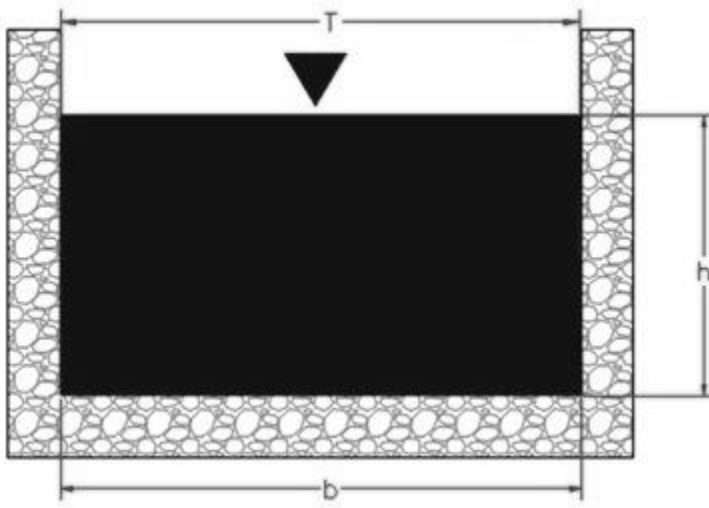
$$Knec = 1.49 \text{ m}^3/\text{s}$$

Para hallar la profundidad normal de flujo de la rápida (Ver Figura 30) se aplica el concepto de módulo de caudal (K), realizando iteraciones sucesivas hasta cumplir la siguiente igualdad (Ver Tabla 30).

$$K = K_{nec}$$

Figura 30

Canal abierto de sección rectangular.



Elaborado por: Los Autores.

Las ecuaciones a utilizar para el canal abierto de sección rectangular son las siguientes:

- Sección de flujo (W)

$$W = b * h \quad (\text{Ec. 104})$$

- Perímetro mojado (X)

$$X = b + 2h \quad (\text{Ec. 105})$$

- Radio hidráulico (R)

$$R = W/X \quad (\text{Ec. 106})$$

- Coeficiente de Chezy (C)

$$C = R^{\frac{1}{6}}/n \quad (\text{Ec. 107})$$

- Módulo de caudal (K)

$$K = W * C * \sqrt{R} \quad (\text{Ec. 108})$$

En la que:

W: Sección de flujo (m²).

b: Ancho del canal (m).

h: Altura de flujo (m).

X: Perímetro mojado (m).

R: Radio hidráulico (m).

C: Coeficiente de Chezy (m^{1/2} * s⁻¹).

n: Coeficiente de Manning.

K: Módulo de caudal (m³/s).

Tabla 30

Iteraciones para el módulo del caudal.

Características	Simbología	Valor	Unidad
Altura de flujo	h	0.15	m
Ancho del canal	b	0.6	m
Sección del canal	W	0.09	m ²
Perímetro mojado	X	0.9	m
Coeficiente de Chezy	C	52.41	m ^{1/2} .s ⁻¹
Módulo de caudal	K	1.49	m ³ /s

Elaborado por: Los Autores.

3.7 Diseño del escalón antes de entrar a la obra de desfogue.

Desde el punto de vista hidráulico este escalón es un vertedero generalmente de perfil práctico rectangular por tanto la altura del escalón C_s se determina mediante la relación.

$$C_s = H - h_o$$

A continuación, se presentan los valores de partida para determinar la altura del escalón en función de la carga total (H), (Ver Figura 31).

Tabla 31

Parámetros de cálculo de la altura del escalón en función de la carga total.

Característica	Simbología	Valor	Unidad
Coefficiente de descarga del vertedero rectangular	m	0.43	-
Coefficiente de contracción lateral	ϵ	1	-
Ancho del vertedero	b	0.6	m
Gravedad específica	g	9.81	m/s ²
Velocidad mínima permisible	V _{minper}	1.35	m/s

Elaborado por: Los Autores.

Mediante la aplicación de la ecuación del vertedero se obtiene la carga del vertedero:

$$Q = m * \epsilon * b * \sqrt{2 * g} * H^{\frac{3}{2}} \quad (\text{Ec. 109})$$

$$1.05 = 0.43 * \left(1 - 0.2 * 1 * \frac{H}{0.60}\right) * 0.60 * \sqrt{2 * 9.81} * H^{\frac{3}{2}}$$

A través de iteraciones sucesivas (Ver Tabla 32) damos valores a H hasta igualar el caudal del vertedero y así determinar la altura del escalón.

Tabla 32

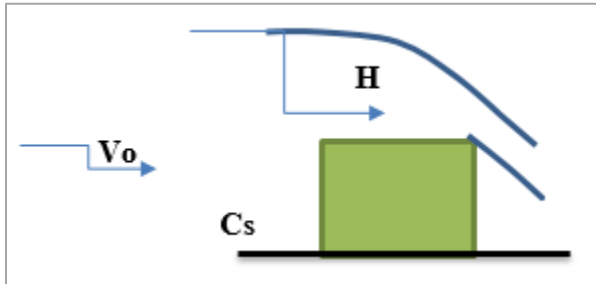
Iteraciones para determinar la altura del escalón

H (m)	Ho (m)	ε(-)	Cs (m)	m(-)	Q (m³/s)
0.80	0.89	0.73	0.65	0.43	0.60
1	1.09	0.67	0.85	0.43	0.76
1.3	1.39	0.57	1.15	0.43	0.96
1.5	1.59	0.50	1.35	0.43	1.05

Elaborado por: Los Autores.

Figura 31

Representación gráfica de del escalón antes de la obra de desfogue.



Elaborado por: Los Autores.

Las ecuaciones a utilizar para determinar la altura del escalón son las siguientes:

- Coeficiente de contracción lateral (ϵ)

$$\epsilon = 1 - 0.2 * H/b \quad (\text{Ec. 110})$$

- Caudal de vertedero

$$Q = m * \epsilon * b * \sqrt{2 * g * H^2}^3$$

- Altura del escalón

$$Cs = H - ho \quad (\text{Ec. 111})$$

En la que:

ϵ : Coeficiente de contracción lateral

H: Carga total (m).

b: Ancho del vertedero (m).

Q: Caudal del vertedero (m³/s).

m: Coeficiente de descarga del vertedero.

g: Gravedad (m/s²)

Cs: Altura del escalón (m).

h: Altura de flujo (m).

Concluyendo con los cálculos se tiene que la altura del escalón antes de la obra de desfogue es de 1.35 m y la carga total sobre el mismo es de 1.5 m.

Una vez determinada la profundidad normal de flujo $h = 0.15$ m, se verifica el tipo de flujo con el que se está trabajando en la obra de desfogue.

- Caudal Unitario (q)

$$q = Q/b \quad (\text{Ec. 112})$$

$$q = \frac{1.05 \text{ m}^3/\text{s}}{0.60 \text{ m}}$$

$$q = 1.75 \text{ m}^3/\text{s.m}$$

- Profundidad critica (hcr)

$$h_{cr} = \sqrt[3]{q^2/g} \quad (\text{Ec. 113})$$

$$h_{cr} = \sqrt[3]{\frac{1.75^2}{9.81}}$$

$$h_{cr} = 0.68 \text{ m}$$

$$h_{cr} > h_o$$

$$0.68 \text{ m} > 0.15 \text{ m}$$

Debido que, la profundidad crítica es mayor a la profundidad normal de flujo se tiene como resultado un flujo supercrítico de variación suave.

3.7.1.1.1 *Curva de superficie libre en flujo no uniforme de variación suave tipo (bII).*

En nuestro caso la profundidad de flujo disminuye hacia aguas abajo, por tanto, para la construcción de dicha curva utilizaremos la ecuación de Charnonsky.

Tabla 33

Parámetros de cálculo para la construcción de la curva tipo bII.

Característica	Simbología	Valor	Unidad
Ancho del vertedero	b	0.6	m
Caudal excedente	Q _{ex}	1.05	m ³ /s
Pendiente	i	50	%
Profundidad crítica	h _{cr}	0.68	m
Profundidad de flujo	h _o	0.23	m
Rugosidad del hormigón	n	0.013	-

Elaborado por: Los Autores.

Las ecuaciones a utilizar para la construcción de la curva bII son las siguientes:

- Sección de flujo (W)

$$W = b * h \quad (\text{Ec. 114})$$

- Energía específica de sección (E_i)

$$E_i = h + Q^2 / (w^2 * g) \quad (\text{Ec. 115})$$

- Variación de la energía (ΔE)

$$\Delta E = E_i - E(i + 1) \quad (\text{Ec. 116})$$

- Profundidad media (\bar{h})

$$\bar{h} = h + (h + \Delta h)/2 \quad (\text{Ec. 117})$$

En la que, Δh se puede asumir entre 5 y 10 cm, asumiendo para este cálculo asumimos el valor de 8 cm.

- Sección media de flujo (\bar{C})

$$\bar{C} = b * \bar{h} \quad (\text{Ec. 118})$$

- Perímetro medio de flujo (\bar{x})

$$\bar{x} = b + 2\bar{h} \quad (\text{Ec. 119})$$

- Radio medio (\bar{R})

$$\bar{R} = \bar{w}/\bar{x} \quad (\text{Ec. 120})$$

- Coeficiente medio de Chézy (\bar{C})

$$\bar{C} = \bar{R}^{1/6}/n \quad (\text{Ec. 121})$$

- Gradiente de fricción (i_{FR})

$$i_{FR} = Q^2/(\bar{W}^2 * \bar{C}^2 * \bar{R}) \quad (\text{Ec. 122})$$

- Distancia considerada en la curva de superficie libre, ecuación diferencial de Charnonsky.

$$\Delta S = \Delta E/(i - i_{FR}) \quad (\text{Ec. 123})$$

3.7.1.1.2 Ejemplo de cálculo para la construcción de la curva bII.

Tramo 1:

Sección 1-1

- Sección de flujo (W)

$$W = b * h_i$$

$$W = 0.60 \text{ m} * 0.60 \text{ m}$$

$$W = 0.36 \text{ m}^2$$

- Energía (Ei)

$$E_i = h_i + \frac{Q^2}{W^2 * 2g}$$

$$E_i = 0.60 \text{ m} + \frac{(1.05 \text{ m/s})^2}{(0.36 \text{ m})^2 * 2(9.81 \text{ m/s})}$$

$$E_i = 1.033 \text{ m}$$

Sección 2-2

- Sección de flujo (W)

$$W = b * h_{(i+1)}$$

$$W = 0.60 \text{ m} * 0.52 \text{ m}$$

$$W = 0.312 \text{ m}^2$$

- Energía (Ei)

$$E_{(i+1)} = h_{(i+1)} + \frac{Q^2}{W^2 * 2g}$$

$$E_{(i+1)} = 0.52 \text{ m} + \frac{(1.05 \text{ m}^3/\text{s})^2}{(0.312 \text{ m})^2 * 2(9.81 \text{ m/s})}$$

$$E_{(i+1)} = 1.095 \text{ m}$$

- Variación de la energía (ΔE)

$$\Delta E = E_i - E_{(i+1)}$$

$$\Delta E = 1.095 \text{ m} - 1.033 \text{ m}$$

$$\Delta E = 0.062 \text{ m}$$

- Profundidad media (\bar{h})

$$\bar{h} = \frac{h_i + (h_{(i+1)} + \Delta h)}{2}$$

$$\bar{h} = \frac{0.60 \text{ m} + 0.52 \text{ m}}{2}$$

$$\bar{h} = 0.56 \text{ m}$$

- Sección media de flujo ($\overline{C\mathcal{O}}$)

$$\overline{C\mathcal{O}} = b * \bar{h}$$

$$\overline{C\mathcal{O}} = 0.60 \text{ m} * 0.56 \text{ m}$$

$$\overline{C\mathcal{O}} = 0.337 \text{ m}^2$$

- Perímetro medio de flujo (\bar{x})

$$\bar{x} = b + 2\bar{h}$$

$$\bar{x} = 0.60 \text{ m} + 2(0.56 \text{ m})$$

$$\bar{x} = 1.72 \text{ m}$$

- Radio hidráulico medio (\bar{R})

$$\bar{R} = \frac{\bar{W}}{\bar{X}}$$

$$\bar{R} = \frac{0.337 \text{ m}^2}{1.72 \text{ m}}$$

$$\bar{R} = 0.195 \text{ m}$$

- Coeficiente medio de Chézy (\bar{C})

$$\bar{C} = \frac{1}{n} * \bar{R}^{\frac{1}{6}}$$

$$\bar{C} = \frac{1}{0.013} * (0.195 \text{ m})^{\frac{1}{6}}$$

$$\bar{C} = 58.57 \text{ m}^{1/2} \cdot \text{s}^{-1}$$

- Gradiente de fricción (i_{FR})

$$i_{FR} = \frac{Q^2}{W^2 * \bar{C}^2 * \bar{R}}$$

$$i_{FR} = \frac{(1.05 \text{ m}^3/\text{s})^2}{(0.337 \text{ m})^2 * (58.57 \text{ m}^{1/2} * \text{s}^{-1})^2 * (0.195 \text{ m})}$$

$$i_{FR} = 0.014$$

- Ecuación diferencial de Charnonsky (ΔS)

$$\Delta S = \frac{\Delta E}{i - i_{FR}}$$

$$\Delta S = \frac{0.062 \text{ m}}{0.5 - 0.014}$$

$$\Delta S = 0.128 \text{ m}$$

La tabla 34 nos indica la profundidad contraída $h_c = 0.13$ m al pie de la rápida como resultado de la construcción de la línea de superficie de caída libre (bII).

Tabla 34

Parámetros para la construcción de la línea de superficie de caída libre tipo bII.

Tramo	Sección	h	W	Ei	$\Delta \mathcal{E}$	\bar{h}	\bar{W}	\bar{X}	\bar{R}	\bar{C}	iFr	ΔS
1	1--1	0,60	0,36	1,033	0,062	0,561	0,337	1,722	0,195	58,60	0,014	0,128
	2--2	0,52	0,31	1,095								
2	1--1	0,52	0,31	1,095	0,145	0,482	0,289	1,564	0,185	58,06	0,021	0,302
	2--2	0,44	0,27	1,240								
3	1--1	0,44	0,27	1,240	0,306	0,403	0,242	1,406	0,172	57,36	0,033	0,657
	2--2	0,36	0,22	1,546								
4	1--1	0,36	0,22	1,546	0,672	0,324	0,194	1,247	0,156	56,42	0,059	1,525
	2--2	0,28	0,17	2,219								
5	1--1	0,28	0,17	2,219	1,706	0,244	0,147	1,089	0,135	55,07	0,125	4,553
	2--2	0,20	0,12	3,924								
6	1--1	0,20	0,12	3,924	6,085	0,165	0,099	0,931	0,107	52,97	0,375	48,714
	2--2	0,13	0,08	10,009								
											$\Sigma =$	55,88

Elaborado por: Los Autores.

3.7.1.1.3 *Altura de los muros para la obra de desfogue.*

Mediante modelos hidráulicos se determina ecuaciones empíricas para determinar los parámetros que intervienen en esta estructura que son:

Tabla 35

Parámetros de cálculo de la altura de los muros de la obra de desfogue.

Característica	Simbología	Valor	Unidad
Ancho del vertedero	b	0.6	m
Borde libre en muro de la rápida	t	1.00	m
Caudal de diseño	Q	1.05	m ³ /s
Gravedad específica	g	9.81	m/s ²
Rugosidad del hormigón	n	0.013	-
Profundidad media en la rápida	\bar{h}	0.56	m
Coefficiente del suelo limo arenoso	cp	1.5	-

Elaborado por: Los Autores.

- Sección de flujo (W)

$$W = b * \bar{h} \quad (\text{Ec. 124})$$

- Radio hidráulico (R)

$$R = W/X \quad (\text{Ec. 125})$$

- Perímetro mojado (X)

$$X = b + 2\bar{h} \quad (\text{Ec. 126})$$

- Velocidad (V)

$$V = Q/W \quad (\text{Ec. 127})$$

- Velocidad crítica del flujo en la rápida (Vcr)

$$V_{cr} = 6.63 * \sqrt{g * R * \cos\theta * \left(1 + \frac{0.0011}{R^2}\right)} * \left(1 + 8.7 \frac{n}{R^6}\right)^{-1} \quad (\text{Ec. 128})$$

- Grado de aireación (S)

$$S = \frac{\left[0.035 + \left(\frac{3.2 * (n - n')}{R^6}\right)\right] * \sqrt{\frac{V^2}{g * R} - \left(44.2 * \left(1 - \frac{8.7 * n}{R^6}\right)\right)^{-2}}}{1 + \left[0.035 + \left(\frac{3.2 * (n - n')}{R^6}\right)\right] * \sqrt{\frac{V^2}{g * R} - \left(44.2 * \left(1 - \frac{8.7 * n}{R^6}\right)\right)^{-2}}} \quad (\text{Ec. 129})$$

Altura constructiva de los muros en la rápida (hcon)

$$h_{con} = \frac{h}{1 - S} + t \quad (\text{Ec. 130})$$

Espesor de la losa del canal de la rápida (∂)

$$\partial = (0.03 - 0.035) * c_p * v * \sqrt{h} \quad (\text{Ec. 131})$$

3.7.1.1.4 Ejemplo de cálculo para la altura de los muros de la obra de desfogue.

- Sección de flujo (W)

$$W = b * \bar{h}$$

$$W = 0.60 \text{ m} * 0.56 \text{ m}$$

$$W = 0.34 \text{ m}^2$$

- Perímetro mojado (X)

$$X = b + 2\bar{h}$$

$$X = 0.60 \text{ m} + 2(0.56 \text{ m})$$

$$X = 1.72 \text{ m}$$

- Radio hidráulico (R)

$$R = \frac{W}{X}$$

$$R = \frac{0.34 \text{ m}^2}{1.72 \text{ m}}$$

$$R = 0.20 \text{ m}$$

- Velocidad (V)

$$V = \frac{Q}{W}$$

$$V = \frac{1.05 \text{ m}^3/\text{s}}{0.34 \text{ m}^2}$$

$$V = 3.12 \text{ m/s}$$

- Velocidad crítica (Vcr)

$$V_{cr} = 6.63 * \sqrt{9.81 * 0.20 * \cos(26.56) * (1 + \frac{0.0011}{0.20^2})} * (1 + 8.7 \frac{0.013}{0.20^{\frac{1}{6}}})^{-1}$$

$$V_{cr} = 7.67 \text{ m/s}$$

En base a la siguiente condición se determina si el canal necesita o no aireación:

- No es necesario determinar el grado aireación

$$V < V_{cr}$$

- Es necesario determinar el grado aireación

$$V > V_{cr}$$

De modo que

$$V < V_{cr}$$

$$3.12 \text{ m/s} < 7.67 \text{ m/s}$$

Como conclusión de aquello, en el tramo 1 no es necesario determinar el grado de aireación, pero para los siguientes tramos se requiere este cálculo que se presenta a continuación:

- Grado de aireación (S)

$$S = \frac{\left[0.035 + \left(\frac{3.2 * (n - n')}{R^{\frac{1}{6}}} \right) \right] * \sqrt{\frac{V^2}{g * R} - \left(44.2 * \left(1 - \frac{8.7 * n}{R^{\frac{1}{6}}} \right) \right)^{-2}}}{1 + \left[0.035 + \left(\frac{3.2 * (n - n')}{R^{\frac{1}{6}}} \right) \right] * \sqrt{\frac{V^2}{g * R} - \left(44.2 * \left(1 - \frac{8.7 * n}{R^{\frac{1}{6}}} \right) \right)^{-2}}}$$

- Altura constructiva del muro de la rápida (hcon)

$$h_{con} = \frac{h}{1 - S} + t$$

$$h_{con} = \frac{0.56 \text{ m}}{1 - 0} + 1 \text{ m}$$

$$h_{con} = 1.56 \text{ m}$$

- Espesor de la losa del canal de la rápida (∂)

$$\partial = (0.03 - 0.035) * cs * v * \sqrt{h}$$

$$\partial = (0.0325) * 1.5 * 3.12 \text{ m/s} * \sqrt{0.56 \text{ m}}$$

$$\partial = 0.11 \text{ m}$$

En la tabla 36 se tomará la altura constructiva del muro de 1.25 m con aireación, la velocidad de 7.16 m/s, con la cual el caudal llegará a la obra de disipación basándonos en la profundidad de flujo inicial $h_o = 0.24 \text{ m}$.

Tabla 36

Cálculos para el diseño de los muros de la obra de desfogue.

h (m)	W (m²)	X (m)	R (m)	V (m/s)	Vcr (m/s)	S	h constructiva (m)	∂1 (m)
0,56	0,34	1,72	0,20	3,12	7,67	No es necesario aireación	1,56	0,11
0,48	0,29	1,56	0,18	3,63	7,46	No es necesario aireación	1,48	0,12
0,40	0,24	1,41	0,17	4,34	7,20	No es necesario aireación	1,40	0,13
0,32	0,19	1,25	0,16	5,41	6,86	No es necesario aireación	1,32	0,15
0,24	0,15	1,09	0,13	7,16	6,41	0,50	1,25	0,17
0,17	0,10	0,93	0,11	10,59	5,77	0,510	1,17	0,21

Elaborado por: Los Autores.

3.7.1.1.5 Obra de disipación al pie de la rápida.

Como se ha indicado anteriormente la rápida se caracteriza por acumular energía cinética permanentemente a lo largo del flujo que finalmente debe ser disipada, cuando la rápida termina en el fondo del río.

Las alternativas más difundidas de la obra de disipación al final de una rápida son:

- Pozo de disipación
- Muro de disipación

Para lo cual seleccionamos un pozo de disipación debido que la estructura es menos vulnerable a presentar erosión por cavitación con respecto a la estructura del muro de disipación, que requiere hormigones con características especiales, sin embargo, en el caso de utilizar este tipo de hormigones la probabilidad de que se presente cavitación es alta, afectando así a la parte económica del proyecto.

A continuación, se presentan los valores de partida para el cálculo de la obra de disipación al pie de la rápida.

Tabla 37

Parámetros de cálculo de la altura de los muros de la obra de descarga.

Característica	Simbología	Valor	Unidad
Caudal unitario	q	1,75	m ³ /s
Profundidad critica	hcr	0,6	m
Profundidad del río	hrío	0,3	m
Profundidad de flujo	ho	0,15	m/s ²
Gravedad específica	g	9,81	m/s ²
Coeficiente de velocidad	Φ	0,95	m
Energía cinética total	Eo	27,85	m

Elaborado por: Los Autores.

Para el diseño de la obra de disipación se emplearán las siguientes ecuaciones:

- Energía específica de sección (E₀)

$$E_0 = h_c + \frac{q^2}{h_c^2 * 2g * \varphi^2} \quad (\text{Ec. 132})$$

- Segunda Conjugada (h'')

$$h'' = \frac{h'}{2} * \left[\sqrt{1 + 8 \left(\frac{h_{cr}}{h'} \right)^3} - 1 \right] \quad (\text{Ec. 133})$$

3.7.1.1.6 Ejemplo de cálculo para la altura de los muros de la obra de desfogue.

- Energía específica de sección

$$E_0 = h_c + \frac{q^2}{h_c^2 * 2g * \varphi^2}$$

$$27.85 \text{ m} = h_c + \frac{(1.75 \text{ m}^3/\text{s} \cdot \text{m})^2}{h_c^2 * 2 * (9.81 \text{ m/s}) * 0.95^2}$$

$$h_c = 0.0789 \text{ m}$$

Se asume que el resalto hidráulico inicia al pie de la estructura de desfogue, por consiguiente, la primera profundidad conjugada es igual a la profundidad contraída.

$$h' = h_c \quad (\text{Ec. 134})$$

Por ende, determinamos la profundidad de la segunda conjugada:

$$h'' = \frac{h'}{2} * \left[\sqrt{1 + 8 \left(\frac{h_c}{h'} \right)^3} - 1 \right]$$

$$h'' = \frac{0.0789 \text{ m}}{2} * \left[\sqrt{1 + 8 \left(\frac{0.60 \text{ m}}{0.0789 \text{ m}} \right)^3} - 1 \right]$$

$$h'' = 2.78 \text{ m}$$

$$h'' < h_{r10}$$

2.78 m > 0.3 m; No cumple con la condición

Al no cumplir esta condición, se obtiene un resalto hidráulico desplazado, por esta razón se requiere un pozo de disipación, donde la profundidad del mismo se obtiene mediante una tabla de aproximaciones (Ver Tabla 38) hasta obtener una profundidad que excluya el desplazamiento del resalto y permite tener un resalto ligeramente sumergido.

Tabla 38

Aproximaciones para determinar el espesor (t) del pozo de disipación.

t (m)	Eo	hc (m)	h" (m)	hrío (m)	Condición h" < hrío
0.0	27.85	0.079	2.78	0.3	Resalto hidráulico desplazado
2.0	29.85	0.076	2.84	2.3	Resalto hidráulico desplazado
2.5	30.35	0.075	2.86	2.8	Resalto hidráulico desplazado
3.0	30.85	0.074	2.88	3.3	Resalto hidráulico ligeramente sumergido

Elaborado por: los Autores.

Verificamos el comportamiento del flujo mediante la aplicación de la ecuación de velocidad y la ecuación del número de Froude.

- Velocidad de flujo

$$V_o = q/h'' \quad (\text{Ec. 135})$$

$$V_o = \frac{1.75 \text{ m}^3/\text{s.m}}{2.88 \text{ m}}$$

$$V_o = 0.61 \text{ m/s}$$

- Número de Froude

$$Fr = V_o / \sqrt{g * hc} \quad (\text{Ec. 136})$$

$$Fr = \frac{0.61 \text{ m/s}}{\sqrt{9.81 \text{ m/s}^2 * 0.074 \text{ m}}}$$

$$Fr = 0.70 < 1; \text{ Flujo subcrítico}$$

Mediante las siguientes ecuaciones determinamos la longitud (LR) y la altura (a) del resalto hidráulico.

$$LR = 4.5 * h'' \quad (\text{Ec. 137})$$

$$LR = 4.5 * 2.88 \text{ m}$$

$$LR = 12.96 \text{ m}$$

$$\mathbf{a = h'' - h'} \quad (\text{Ec. 138})$$

$$a = 2.88 \text{ m} - 0.074 \text{ m}$$

$$\mathbf{a = 2.80 \text{ m}}$$

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS

El objetivo de este capítulo es buscar la alternativa idónea para el proyecto antes de un diseño definitivo, mediante una comparación de los beneficios que se generan desde el punto de vista técnico, económico y ambiental.

En el desarrollo del proyecto se constató que el alcantarillado de la zona de estudio, fue construido sin planificación corroborando que existen tramos de alcantarillado combinado y tramos de alcantarillado separado. Es por ello que, al optar por el nuevo diseño se analizó las ventajas y desventajas de cada uno de estos sistemas.

Si por un lado se elige un sistema de alcantarillado combinado el proyecto disminuye en costos de construcción, operación y mantenimiento, en tanto que, al seleccionar un sistema alcantarillado separado se garantiza la discriminación del agua, bajo este criterio y lo que se presentará en los apartados 4.1, 4.2 y 4.3 se decide diseñar un alcantarillado separado.

Los mismos que nos permiten seleccionar la alternativa más adecuada en cuanto a la ubicación del proyecto y su estructura complementaria.

4.1 Análisis ambiental

4.1.1 Identificación de impactos ambientales en el sistema de alcantarillado.

El presente tiene como objeto evaluar los impactos que se generan en un sistema de alcantarillado, en el cual es necesario primero identificar las fases que conforma un proyecto, las que están incluidas en la tabla 39, señaladas cada una de estas por letras.

Tabla 39*Identificación de las fases de un proyecto.*

Ítem	Fases de un proyecto
A	Construcción
B	Operación y Mantenimiento
C	Cierre y Abandono

Elaborado por: Los Autores.

Por otro lado, se describen todas las actividades que tienen relevancia en un proyecto de alcantarillado, las cuales están relacionadas directamente con las fases de ejecución del mismo mencionadas anteriormente, además cada una de estas dependerá del tipo de alcantarillado que se trabaje en el lugar de estudio, ya sea alcantarillado separado (S) o alcantarillado combinado (C), como se presentan en las tablas 40 y 41 a continuación:

Tabla 40*Actividades que se ejecutan en un proyecto de alcantarillado separado.*

Fase	Alc.	Ítem	Actividades
A	S	1	Campamento e instalaciones provisionales
A	S	2	Trabajos topográficos y de nivelación
A	S	3	Limpieza, desbroce de la capa vegetal y excavación de zanjas
A	S	4	Colocación de tuberías y relleno de zanjas
A	S	5	Construcción de pozos
A	S	6	Construcción de estructuras complementarias (PTAR y estructura de desfogue)
A	S	7	Transporte y desalojo del material
A	S	8	Operación de maquinaria
A	S	9	Actividades del personal de trabajo
B	S	1	Mantenimiento de la red de alcantarillado separado (sanitario y pluvial)
B	S	2	Mantenimiento y operación de la PTAR
B	S	3	Consumo de energía eléctrica, agua y combustible
B	S	4	Limpieza
C	S	1	Desmontaje de instalaciones temporales
C	S	2	Retiro de equipos y maquinaria
C	S	3	Restauración de áreas
C	S	4	Limpieza en general

Elaborado por: Los Autores.

Tabla 41

Actividades que se ejecutan en un proyecto de alcantarillado combinado.

Fase	Alc.	Ítem	Actividades
A	C	1	Campamento e instalaciones provisionales
A	C	2	Trabajos topográficos y de nivelación
A	C	3	Limpieza, desbroce de la capa vegetal y excavación de zanjas
A	C	4	Colocación de tuberías y relleno de zanjas
A	C	5	Construcción de pozos
A	C	6	Construcción de estructuras complementarias(separador de caudales)
A	C	7	Transporte y desalojo del material
A	C	8	Operación de maquinaria
A	C	9	Actividades del personal de trabajo
B	C	1	Mantenimiento de la red de alcantarillado combinado
B	C	2	Mantenimiento y operación del separador de caudales
B	C	3	Consumo de energía eléctrica, agua y combustible
B	C	4	Limpieza
C	C	1	Desmontaje de instalaciones temporales
C	C	2	Retiro de equipos y maquinaria
C	C	3	Restauración de áreas
C	C	4	Limpieza en general

Elaborado por: Los Autores.

Para estimar el impacto ambiental que se da en la realización del proyecto es necesario diagnosticar los elementos ambientales a ser afectados por las actividades anteriormente mencionadas, tal como se me muestra en la tabla 42.

Tabla 42*Elementos ambientales según el entorno.*

Entorno	Componente	Elementos ambientales
Físico	Aire	Ruido
		Polvo
		Gases
		Olores
	Agua	Contaminación de drenajes
		Calidad
	Suelo	Intervención en su uso
		Calidad
Biótico	Flora	
	Fauna	
Socioeconómico	Espacio público	Alteración
		Accidentes
	Comunidad	Tránsito
		Interferencias a los S.P.
		Protestas
		Empleo
		Calidad de vida
	Salud y seguridad	Riesgos sanitarios
		Accidentes a terceros
Accidentes laborales		

Elaborado por: Los Autores

Para finalizar se realizó una matriz de identificación de impactos ambientales para el alcantarillado separado (Ver Anexo N) y para el alcantarillado combinado (Ver Anexo O), con la finalidad de comparar los efectos ambientales que pueden generarse para cada sistema.

Después de haber analizado las matrices, se concluye que, la magnitud del impacto en los elementos ambientales del entorno físico, es mayor en la fase de operación y mantenimiento para el alcantarillado combinado que en la del separado como hace referencia en la tabla 43.

Tabla 43

Afectación ambiental en mayor magnitud de los sistemas de alcantarillado.

Tipo de Alcantarillado	Fase	Entorno	Componente	Total
Separado	A	Físico	Aire	6
			Agua	
			Suelo	
	B	Socioeconómico	Espacio público	6
			Comunidad	
			Salud y seguridad	
Combinado	B	Físico	Aire	2
			Suelo	
			Suelo	
	C	Físico	Suelo	1
			TOTAL:	
			9	
	A	Físico	Aire	6
			Agua	
			Suelo	
		Socioeconómico	Espacio público	6
			Comunidad	
			Salud y seguridad	
	B	Físico	Aire	3
			Agua	
			Suelo	
	C	Físico	Suelo	1
			TOTAL:	
			10	

Elaborado por: Los Autores.

4.1.2 Valoración del impacto ambiental en los sistemas de alcantarillado.

Para llevar a cabo la evaluación ambiental se empleó la matriz modificada de Leopold, la cual permite analizar los impactos ambientales mediante la relación causa-efecto, donde se puede verificar las contradicciones probables que existen entre los componentes ambientales y las actividades que se proponen para efectuar un proyecto de alcantarillado.

La valoración se realiza tomando en cuenta la magnitud del impacto y su importancia, los cuales son separados por una diagonal (Ver Figura 33), donde se puede jerarquizar mediante el criterio basado en la significancia (S), la cual resulta de multiplicar estos factores entre sí.

Figura 32

Forma de valoración.



Elaborado por: Los Autores.

4.1.2.1 Magnitud del impacto (M).

Valora el tamaño del cambio ambiental, ya sea este positivo (+) o negativo (-) de un determinado elemento que compone al medio ambiente, esta valoración se realiza en un rango del 1 al 10. En la tabla 44 se presentan los valores que puede adquirir el elemento ambiental en base a la magnitud del impacto.

Tabla 44

Magnitud de impacto.

Descripción	%	Rango
Muy alta	80-100	8 a 10
Alta	60-79	6 a 7,9
Media	40-59	4 a 5,9
Baja	20-39	2 a 3,9
Muy baja	0-19	0 a 1,9

Elaborado por: Los Autores.

4.1.2.2 Importancia del impacto (I).

Se basa en el área de influencia y duración que generan las actividades en los elementos ambientales, este aspecto es jerarquizado en un rango del 1 al 10 y la calificación de estos elementos se realiza en base a la tabla 45.

Tabla 45

Importancia de impacto.

Duración	Influencia	Calificación
Temporal	Puntual	1
Media	Puntual	2
Permanente	Puntual	3
Temporal	Local	4
Media	Local	5
Permanente	Local	6
Temporal	Regional	7
Media	Regional	8
Permanente	Regional	9
Permanente	Nacional	10

Elaborado por: Los Autores.

En los anexos (P, Q y R), se presenta la matriz de valoración de los impactos ambientales que se generan en cada etapa del proyecto en el sistema de alcantarillado separado, los cuales se resumen en la tabla 46.

Tabla 46

Casos positivos y negativos para cada etapa del proyecto de alcantarillado separado.

Etapas	Construcción	Mantenimiento y Operación	Cierre y Abandono
Impactos			
Positivos (+)	11	10	15
Negativos (-)	138	52	44
Total	149	62	59

Elaborado por: Los Autores.

Tal como se indicó en la tabla 46, en el sistema de alcantarillado separado existen impactos ambientales positivos y negativos en cada etapa de ejecución. Los impactos negativos están relacionados directamente con el medio físico y biótico, sobre los que se deben proponer medidas de mitigación. Por otra parte, entre los impactos positivos están las fuentes de empleo en las diferentes etapas del proyecto para la población del lugar.

La implementación de la planta de tratamiento y la estructura de desfogue, genera mayores impactos ambientales negativos en su primera etapa de construcción, sin embargo, a partir de ésta, presenta beneficios para los moradores brindando una notable mejora en la calidad de vida y al medio ambiente.

Por otro lado, en los anexos (S, T y U), se presenta la matriz de valoración de los impactos ambientales en cada etapa del proyecto (Ver tabla 47).

Tabla 47

Impactos positivos y negativos para cada etapa del proyecto de alcantarillado combinado.

Etapas	Construcción	Mantenimiento y operación	Cierre y abandono
Impactos			
Positivos (+)	11	9	15
Negativos (-)	129	40	44
Total	140	49	59

Elaborado por: Los Autores

Si bien es cierto el impacto negativo que causa la construcción, operación, mantenimiento y cierre de una obra de alcantarillado combinado es menor, debido a su menor volumen de obra, no obstante, no deja de provocar impactos negativos al ambiente en el transcurso de su vida útil, puesto que, la estructura encargada de separar los caudales sanitario y pluvial requiere de un riguroso mantenimiento, debido a que, al trabajar con grandes volúmenes de agua, la

contaminación es mayor para el cuerpo receptor, desencadenando varios eventos que afectan a la salud de los moradores. Por lo cual es indispensable proponer medidas de mitigación para la etapa de operación y mantenimiento.

4.2 Análisis económico

La estimación de los beneficios económicos que conlleva la ejecución de un proyecto de alcantarillado combinado y separado, se basó en los resultados obtenidos en las Tablas 48 y 49, los cuales reflejan el presupuesto referencial para cada uno de estos, que a través de los volúmenes de obra y tomando en consideración el análisis de precios unitarios actualizados por la EPAA MEJIA EP y sus respectivos rubros se detallan a continuación los costos del proyecto para cada sistema.

Tabla 48

Costo del proyecto del alcantarillado separado.

ITEM	DESCRIPCIÓN	P.TOTAL
I	Alcantarillado pluvial	
A	Movimiento de tierras	34320.525
B	Sum. e instalación de tuberías	132205.736
C	Pozos de revisión	39607.140
D	Rellenos - reposición de material	38746.855
II	Alcantarillado sanitario	
A	Movimiento de tierras	24436.544
B	Sum. e instalación de tuberías	75363.504
C	Pozos de revisión	41725.880
D	Rellenos - reposición de material	30147.187
Total alcantarillado separado:		\$ 416,553.37

Elaborado por: Los Autores.

Tabla 49

Costo del proyecto de alcantarillado combinado.

ITEM	DESCRIPCIÓN	P.TOTAL
I	Alcantarillado combinado	
A	Movimiento de tierras	24436.544
B	Sum. e instalación de tuberías	75363.504
C	Pozos de revisión	41725.880
D	Rellenos - reposición de material	30147.187
Total alcantarillado combinado:		\$ 171,673.11

Elaborado por: Los Autores.

Si bien es cierto el alcantarillado combinado cuenta con menor costo en la construcción de la red, sin embargo, el tratamiento y la recuperación del afluente genera mayores costos en la construcción de la PTAR.

Por lo contrario, desde el punto de vista técnico y ambiental es viable trabajar con un alcantarillado separado. Según (Metcalf & Eddy, 1995) establece que, “ La separación de las aguas de escorrentía de las aguas negras domésticas frecuentemente es recomendable desde el punto de vista financiero, pues permite que las primeras se descarguen por líneas cortas y directas al lago, río o bahía cercana, y también para mantener bajo el costo de los largos colectores hasta las plantas de tratamiento, y en muchos casos el costo del tratamiento también.”

4.3 Análisis técnico

Permite proponer diferentes alternativas para la ejecución del sistema de alcantarillando, conociendo aspectos importantes que tienen mayor incidencia en la magnitud de los costos del proyecto como son:

- Topografía
- Tipo de suelo

- Censos poblacionales

Los mismos que nos permiten seleccionar la alternativa adecuada en cuanto a ubicación, tamaño óptimo del proyecto y de sus estructuras complementarias.

Además, para este análisis se comparó el comportamiento hidráulico de los sistemas de alcantarillado separado (Ver Anexo H y M) y combinado (Ver Anexo V) los cuales se presentan en la tabla 50.

Tabla 50

Comportamiento hidráulico de los sistemas de alcantarillado.

Tipo de alcantarillado		Diámetros	Relación de llenado	Velocidades
Separado	Sanitario	Mínimo de 250 mm	Por debajo de 50%	Por debajo de los 5 m/s
	Pluvial	Hasta de 600 mm	Por debajo de 70%	Por debajo de los 5 m/s
Combinado		Hasta de 600 mm	Por debajo de 80%	Por debajo de los 7 m/s

Elaborado por: Los Autores.

CAPÍTULO V

EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL EN EL SISTEMA DEL ALCANTARILLADO SEPARADO

En el presente se identifican las modificaciones que se producirán en el entorno del sitio, con la implementación del sistema de alcantarillado separado. Esta identificación se realiza mediante la interpretación de los impactos, tanto en el componente de la salud, como también en los recursos naturales, ecosistemas y el medio paisajístico.

5.1 Antecedentes

Tambillo en la actualidad cuenta con un asentamiento territorial en áreas destinadas a la actividad agrícola, infringiendo con las ordenanzas territoriales (Ver Anexo W) y en medida de aquello, la población se ve en la necesidad de realizar conexiones ilícitas, las cuales generan mayor contaminación ambiental a los recursos hídricos.

5.2 Objetivos de estudio

Identificar los posibles impactos negativos que se pueda generar en las fases de ejecución, operación y mantenimiento en el alcantarillado separado con sus respectivos componentes.

Incorporar medidas ambientales con el fin de prevenir, controlar, mitigar y rehabilitar el deterioro del ambiente producidos por el proyecto en el área de influencia.

Establecer un plan de manejo ambiental acorde con lo estipulado por el Gobierno Provincial de Mejía, con todas las actividades que se desarrollan en la construcción de la infraestructura y estas sean ambientalmente seguras y socialmente responsables.

5.3 Descripción general del área de estudio

El equilibrio de la vegetación en el lugar de estudio se ha visto afectado por el crecimiento poblacional, siendo un efecto negativo para la flora y fauna nativa de la zona. Dentro del barrio existe un porcentaje pequeño de áreas verdes destinadas para recreación. Sin embargo, la parroquia, en coordinación con el Gobierno Provincial y Municipio, se encuentran en una campaña masiva de siembra de árboles a nivel provincial, en quebradas y en áreas localizadas.

5.4 Área de influencia

5.4.1 Topografía y relieve

La zona está conformada por extensas mesetas planas, con pendientes bajas y regulares en sentido a la quebrada.

5.4.2 Clima

El clima es templado periódicamente seco, con temperaturas de 9 a 12° C, la pluviosidad registrada es de 1626 mm promedio anual.

5.4.3 Medio ambiente

En general, por tratarse de un pequeño centro poblado, presenta condiciones ambientales características de áreas rurales, rodeado de cultivo y bosque y en el núcleo del poblado existen condiciones de transición de zonas rurales a zonas urbanas, con las obras en proceso de ejecución, especialmente viales.

La apertura de calles contribuye a alterar el aire con el arrastre de partículas, en época de vientos. Por otro lado, la existencia de quebradas secas aguas arriba del poblado, con presencia de escorrentía en eventos de lluvia alteran el estado de las calles por el arrastre de materiales que se deposita en ellas.

5.5 Población

El sistema de alcantarillado al ser un servicio de primera necesidad requiere de planificación para evitar daños a futuro en el ecosistema y mejorar la calidad de vida de los usuarios.

El censo poblacional del INEC 2010 indica que la parroquia de Tambillo cuenta con 8319 habitantes (Ver Tabla 51), el cual señala que 4251 son mujeres y 4068 son hombres (Ver Tabla 52), en los cuales se asienta mayor proporción en el área urbana, consolidando la zona y por lo contario en el área rural de forma dispersa, pero en mayor proporción territorial.

Tabla 51

Población según censos.

SITIO	1950	1962	1974	1982	1990	2001	2010
Pichincha	381,982	553,665	885,078	1,244,330	1,516,902	2,388,817	2,576,287
Mejía	18,413	23,384	31,890	39,016	46,667	62,888	81,335
Tambillo	2,312	2,540	3,642	4,998	5,96	6,571	8,319

Fuente: (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Mejía, 2014)

Tabla 52

Población total según género.

Sitio	Total	Hombres	Mujeres
Tambillo	8,319	4,068	4,251

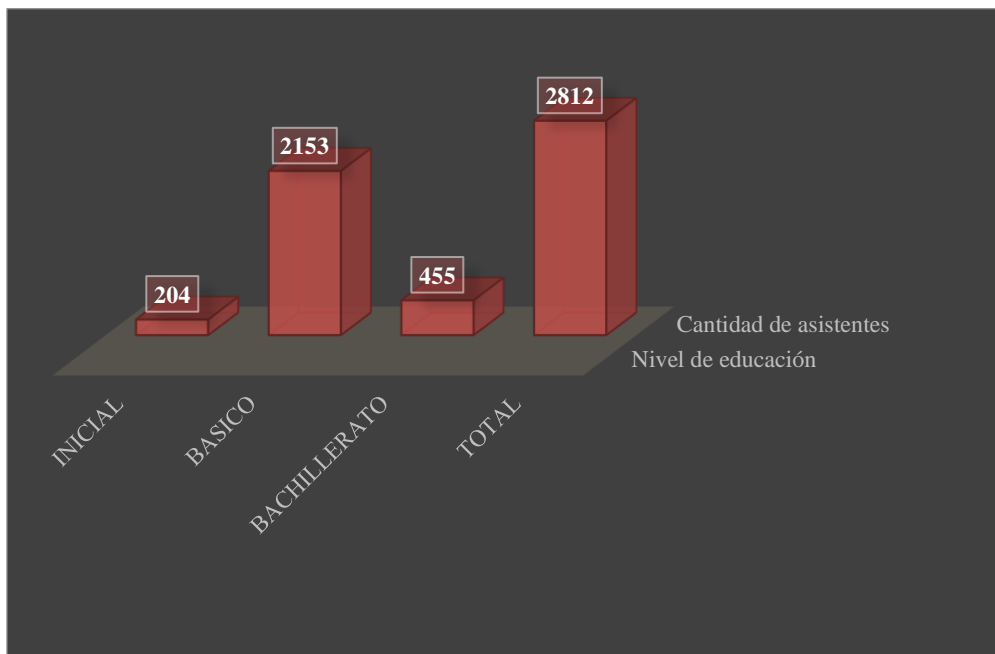
Fuente: (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Mejía, 2014)

5.5.1 Educación

Según el (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Mejía, 2014), en el caso de la educación superior la carencia es notable, dado que no existen centros académicos con el espacio suficiente para desarrollar esta actividad, lo que respecta a la educación básica estas instituciones se encuentran en el centro de la urbe, ocasionando dificultades para acceder al servicio educativo a los habitantes ubicados en la parte periférica.

Figura 33

Tasas de asistencia a niveles educativos en Tambillo.



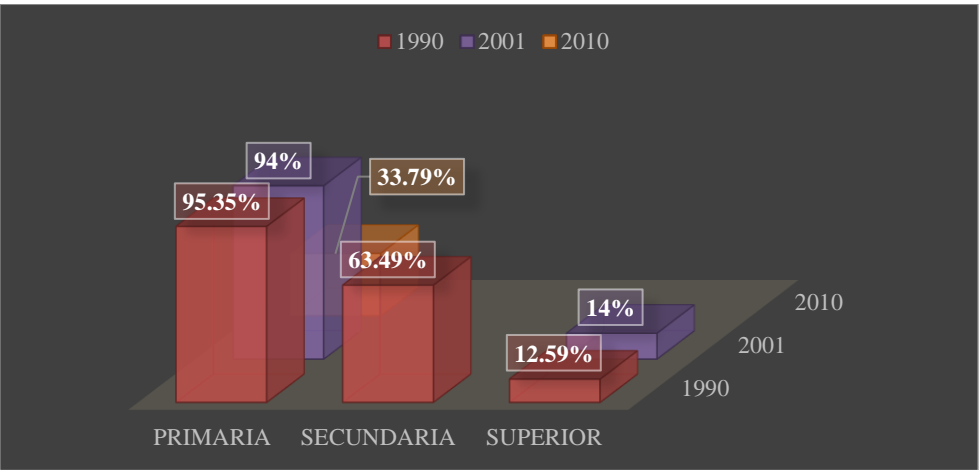
Fuente: (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Mejía, 2014)

Para un proyecto de esta índole es importante saber el grado de educación que posee los habitantes por lo que se pudo evaluar en base al censo realizado en el 2010. Tambillo tiene una tasa de analfabetismo del 4.69 %, lo cual significa que ha tenido una reducción importante en

comparación al año 1.990, que fue del 12.99 %. De igual forma, el acceso a la educación primaria es del 33.79 %, del 26.39 % a la etapa secundaria y del 14 % a la educación superior.

Tabla 53

Indicadores de educación.



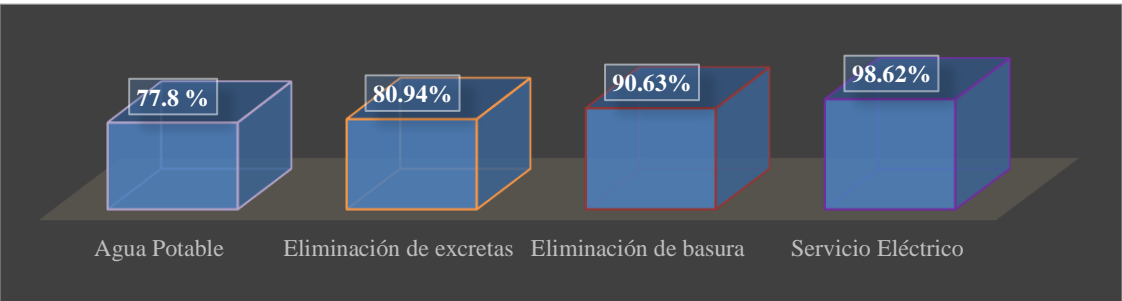
Fuente: (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Mejía, 2014)

5.5.2 Servicios básicos

Los servicios básicos de Tambillo, según información estadística se puede concluir que las redes públicas de agua potable, alcantarillado, energía eléctrica y de recolección de desechos cubren gran parte del territorio.

Tabla 54

Porcentaje de cobertura de servicios básicos.



Fuente: (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Mejía, 2014)

5.6 Descripción biofísica

Es necesario que los proyectos empleen un manejo técnico para la conservación de los recursos naturales mediante campañas de protección ambiental, dando a conocer las normas para proteger la biodiversidad del lugar.

5.6.1 Flora

La flora preserva una variedad de especies típicas del callejón interandino, como cultivos de aguacate, tomate, maíz, y una extensa variedad de cítricos. Cabe indicar que encierra grandes extensiones de vegetación como son arrayanes, nogales, cedrillos, helechos, musgos y plantas ornamentales.

5.6.2 Fauna

Su clima recepta aves como pájaros brujos y plateros con sus colores celeste, azul, y rojo, colibrí gigante, así como ganado vacuno, porcino, caballar y en el bosque protector del Pasochoa el lobo de paramo.

5.6.3 Vulnerabilidad y amenazas

Es vulnerable a la actividad volcánica especialmente del volcán Cotopaxi y a la probabilidad de inundaciones en la parte central de la parroquia debido a la acumulación de lodos y agua que puedan bajar desde los barrios altos hacia la quebrada.

5.6.4 Aspectos socioeconómicos

El nivel económico en el sector es de tipo medio, con residentes que trabajan en empleos fuera del lugar, mientras otro segmento realiza actividades agrícolas y crianza de animales domésticos, pero se observa además actividades industriales como aserraderos, carpintería y artesanías.

Según el (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Mejía, 2014), en la población económicamente activa de la parroquia predominan las actividades de agricultura, ganadería, silvicultura y pesca con un 19,02%, en industrias manufactureras con 16,78% y comercio al por mayor y menor con un 14,8%.

5.6.5 Aspectos legales

La legislación ambiental para el control y prevención del ambiente, tiene su fundamento en la Constitución Política del Estado (Ver Anexo X), la Ley de Gestión Ambiental (Ver Anexo Y) y la Ley Reformatoria al Código Pena (Ver Anexo Z).

5.7 Identificación de los principales efectos ambientales

Se plantea una serie de aspectos y factores que se verían afectados o modificados por los procesos de implementación del proyecto de alcantarillado separado.

5.7.1 Efectos ambientales positivos

Desde el punto de vista ambiental, la ejecución del sistema de alcantarillado, y de las obras complementarias, generarán en la zona de estudio una serie de beneficios tales como:

- Incremento de la dotación de los servicios básicos de saneamiento, como medida de prevención de salud pública con la ejecución de obras.
- Con la construcción de la planta de tratamiento se reducirá la proliferación de vectores negativos para la población.
- Revalorización de la tierra al transformar áreas con características rurales a urbanas.
- Creación de puestos temporales de trabajo durante la construcción de estas obras.
- Permitir la ejecución de obras urbanísticas como acabados de calzadas y mejora del aspecto paisajístico.

5.7.2 Efectos ambientales negativo

A continuación, se identifica los efectos ambientales negativos que se podrían presentar debido a la implantación del proyecto de alcantarillado separado.

- Molestias en la población al interferir con el desarrollo normal de sus actividades.
- En la etapa de operación del sistema, existe la probabilidad del ingreso de materiales que afecten el funcionamiento del mismo, obligando a realizar actividades de mantenimiento y limpieza que cuando no son oportunas contribuyen al deterioro ambiental.

5.8 Mitigación de impactos en la etapa de ejecución.

5.8.1 Medio físico y biótico

5.8.1.1 Impactos negativos.

- Altera la estabilidad y calidad del suelo debido a la excavación de zanjas.
- Modifica la calidad del aire causado por el ruido, polvo y vibraciones.
- Las excavaciones, así como la eliminación de desechos de construcción, generarán una alteración en la flora y fauna del lugar.

5.8.1.2 Medida correctiva.

Regirse de manera obligatoria a las especificaciones ambientales durante la construcción.

5.8.2 Medio socioeconómico

5.8.2.1 Impactos negativos.

- La seguridad de los habitantes será afectada por la presencia de personas extrañas y de maquinaria de construcción.
- La presencia de polvo podría originar enfermedades de tipo respiratorio.
- Riesgos laborales en la etapa de construcción del proyecto.

- Suspensión temporal de los servicios básicos. (electricidad, agua potable).

5.8.2.1 Medida correctiva.

- Instalación de letreros informativos y vallas de seguridad.
- Aplicación obligatoria de especificaciones ambientales durante la construcción.
- Aplicación de normas para la prevención de riesgos laborales durante la construcción.

CONCLUSIONES

En el catastro realizado en sitio, se pudo apreciar el trabajo de dos sistemas de drenaje, por una parte, se viene trabajando con un sistema de alcantarillado combinado con tuberías de hormigón, que ha venido funcionando más de 25 años. Por otro lado, en la calle San Francisco se observa el diseño del sistema de alcantarillado pluvial con tuberías de PVC y conexiones erradas en los sumideros, el mismo que está en operación aproximadamente 9 años.

A través de la evaluación hidráulica del sistema existente, se logró obtener información técnica como base para comprobar que no se encuentra en buen funcionamiento, debido a la inexistencia de planificación de este servicio. Esta evaluación no tiene apoyo para un rediseño, por lo que se plantea el diseño de un alcantarillado separado, el cual es factible en el aspecto técnico, económico y ambiental.

En el diseño del sistema de alcantarillado sanitario, en su totalidad se empleó diámetros de tubería mínimos de 250 mm, debido a los volúmenes pequeños de agua, alcanzando un caudal máximo horario de 10.06 lt/s, el mismo que fue evaluado para el diseño de las estructuras preliminares de tratamiento y en el caso de las estructuras primarias se trabajó con el caudal medio diario de 4.19 lt/s. La planta de tratamiento está planificada para reducir la contaminación de la quebrada, la misma que dio lugar a un tipo de tratamiento primario, según lo establecido por la legislación ambiental ecuatoriana, a través de los límites de descarga permisibles a un cuerpo de agua dulce.

El análisis de la red de alcantarillado pluvial se basó en la aplicación del método racional, utilizando tuberías hasta un diámetro máximo de 600 mm, la misma que transportará un caudal $1.05 \text{ m}^3/\text{s}$, para llevarlo a la estructura de desfogue (rápida) y por consiguiente al pozo de disipación, para luego ser entregado al cauce natural resguardando la integridad del mismo.

El nuevo sistema de alcantarillado sanitario requiere la construcción de 40 pozos de revisión, con una longitud total de tubería de 2859.01 metros, considerando un diámetro de 250 mm. Por otra parte, el sistema de alcantarillado pluvial consta de 36 cámaras de inspección, con diámetros de tubería desde 300 mm hasta 600 mm y una longitud total de 2842.03 metros.

Para disminuir las velocidades en la obra de desfogue se utilizará una rugosidad artificial para compensar la pendiente alta en el lugar.

Para el análisis de alternativas, se propuso el diseño de dos sistemas de alcantarillado que se podrían llevar a cabo. Primero se analizó el aspecto ambiental, el cual, al comparar las dos alternativas, se obtuvo que, la afectación ambiental en mayor magnitud es para el alcantarillado combinado en un 10%, en comparación con el separado, aunque este genere más impactos negativos al proyecto en la etapa de construcción, pero su beneficio viene dado en la etapa de operación y mantenimiento. Por otro lado, en el análisis económico se elaboró un presupuesto referencial para cada alternativa, concluyendo que el alcantarillado separado tiene mayor costo con referencia al alcantarillado combinado en \$ 244.880.26, es importante mencionar que el beneficio que brinda esta inversión en los sistemas de alcantarillado separado es incalculable puesto que, resguarda la integridad del medio ambiente, ya que resulta complicado y requiere mayor inversión recuperar fuentes hídricas contaminadas. Para finalizar, en el análisis técnico se pudo corroborar que en el sistema pluvial y combinado se trabaja con un diámetro máximo de 600 mm, debido a que, el caudal sanitario no es representativo con referencia al caudal de escorrentía, distinguiéndose el sistema combinado con mayores velocidades.

Con el diseño de la nueva red de alcantarillado separado y sus componentes, se brinda una solución conveniente para simplificar la contaminación que presenta la zona de estudio, mejorando la calidad de vida de sus moradores y del medio ambiente.

RECOMENDACIONES

Es importante socializar con la población antes de la construcción de cualquier proyecto, mediante charlas de concientización dirigidas al cuidado del alcantarillado y sus estructuras complementarias, para evitar obstrucciones futuras en estos sistemas e incentivar a la población a participar en labores de mantenimiento para el beneficio de los mismos.

Las autoridades pertinentes deberán controlar que no haya asentamientos de industrias en el barrio para que no afecte al sistema de tratamiento que es netamente para aguas residuales domésticas.

Con el fin de evitar el mal funcionamiento de las estructuras de tratamiento de aguas residuales, se recomienda contar con una ordenanza específica para el cantón Mejía, que regule los porcentajes de contaminantes que se pueden descargar específicamente para las vertientes del cantón.

Verificar en obra que se cumpla con los requerimientos técnicos establecidos en el proyecto, con el fin de garantizar el correcto manejo de las estructuras diseñadas en el mismo.

BIBLIOGRAFÍA

- Anaya, M. (1998). *Sistemas de Captación de Aguas Lluvia para uso Domestico en America Latina Y el Caribe*.
- Comisión Legislativa. (1971). Código Penal Ecuador. *Registro Oficial Suplemento 147 de 22-Ene-1971, 1971*, 1–170. http://www.oas.org/juridico/PDFs/mesicic4_ecu_penal.pdf
- Constitucion de la Republica del Ecuador. (1998). *REGISTRO OFICIAL No. 449, 20 DE OCTUBRE 2008. 449*, 1–87.
- CPE INEN 05. (1992). *Normas para estudio y diseño de sistemas de agua potable y disposición de aguas residuales para poblaciones mayores a 1000 habitantes*.
- EMAAP-Q. (2009). *Norma de Diseño de Sistemas de Alcantarillado para la EMAAP-Q*. <http://library1.nida.ac.th/termpaper6/sd/2554/19755.pdf>
- Ex -IEOS. (1992). *Normas para estudio y diseño de sistemas de agua potable y disposición de aguas residuales para poblaciones mayores a 1000 habitantes. 6*.
- Glynn, H., & Heinke, G. (1999). Ingeniería Ambiental. In *Fides et Ratio - Revista de Difusión cultural y científica de la Universidad La Salle en Bolivia* (Vol. 6, Issue 6, pp. 15–18).
- Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Mejía. (2014). *Actualización del Plan de Ordenamiento Territorial del Cantón Mejía 2015-2025. 510*. <http://www.municipiodemejia.gob.ec/documents/ordenanzas/act-pdot-2015.pdf>
- Henze, M., & Comeau, Y. (2008). Tratamiento biológico de aguas residuales: Principios, modelación y diseño. In *Ingenieria Quimica* (Vol. 33, Issue 377). <https://doi.org/10.17345/9788484241027>

INEN. (1992). *Normas para estudio y diseño de sistemas de agua potable y disposición de aguas residuales para poblaciones mayores a 1000 habitantes.*

Instituto Geográfico Militar. (1978). *Mapa Geológico Del Ecuador Escala 1:100.000 Machachi* (p. 1).

Ley de Gestión Ambiental. (1999). *Ley Nro 37/1999 De Gestión Ambiental. Ro 245, 30 Julio.* 1–16. <http://www.acnur.org/t3/fileadmin/Documentos/BDL/2008/6618.pdf>

López, V., & Crespi, M. (2015). Gestión de los efluentes de la industria textil. *Instituto Nacional de Tecnología Industrial*, 1–33. <http://hdl.handle.net/2117/87574>

Metcalf & Eddy. (1995). *Ingeniería de aguas residuales. Tratamiento, vertido y reutilización. Volumen I.*

Ministerio de Transporte y Comunicaciones. (2008). *Manual de Diseño de Carreteras no Pavimentadas de Bajo Volumen de Transito.*

Organización Panamericana de la Salud (OPS). (2005). Guía para el diseño de Tanques Sépticos, Tanques Imhoff y Lagunas de Estabilización. *Publicaciones Estadísticas y Geográficas. SINA, 130*(November), 92.

Plan Maestro de Agua Potable. (2011). *Estudios de Actualización del Plan Maestro Integrado de Agua Potable y Alcantarillado para el DMQ Plan Maestro de Agua Potable Reconocimiento.*

RAS. (2000). Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Basico RAS - 2000. Tratamiento de Aguas Residuales. *Reglamento Técnico Del Sector De Agua Potable Y Saneamiento Basico,* 150.

http://www.minvivienda.gov.co/Documents/ViceministerioAgua/010710_ras_titulo_e_.pdf

RAS. (2010). *Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico ras. sistema de acueductos.*

Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental. (2011). Norma de Calidad Ambiental y de descarga de efluentes: Recurso Agua. *TULAS Texto Unificado de Legislación Secundaria Del Ministerio Del Ambiente*, 8–9.

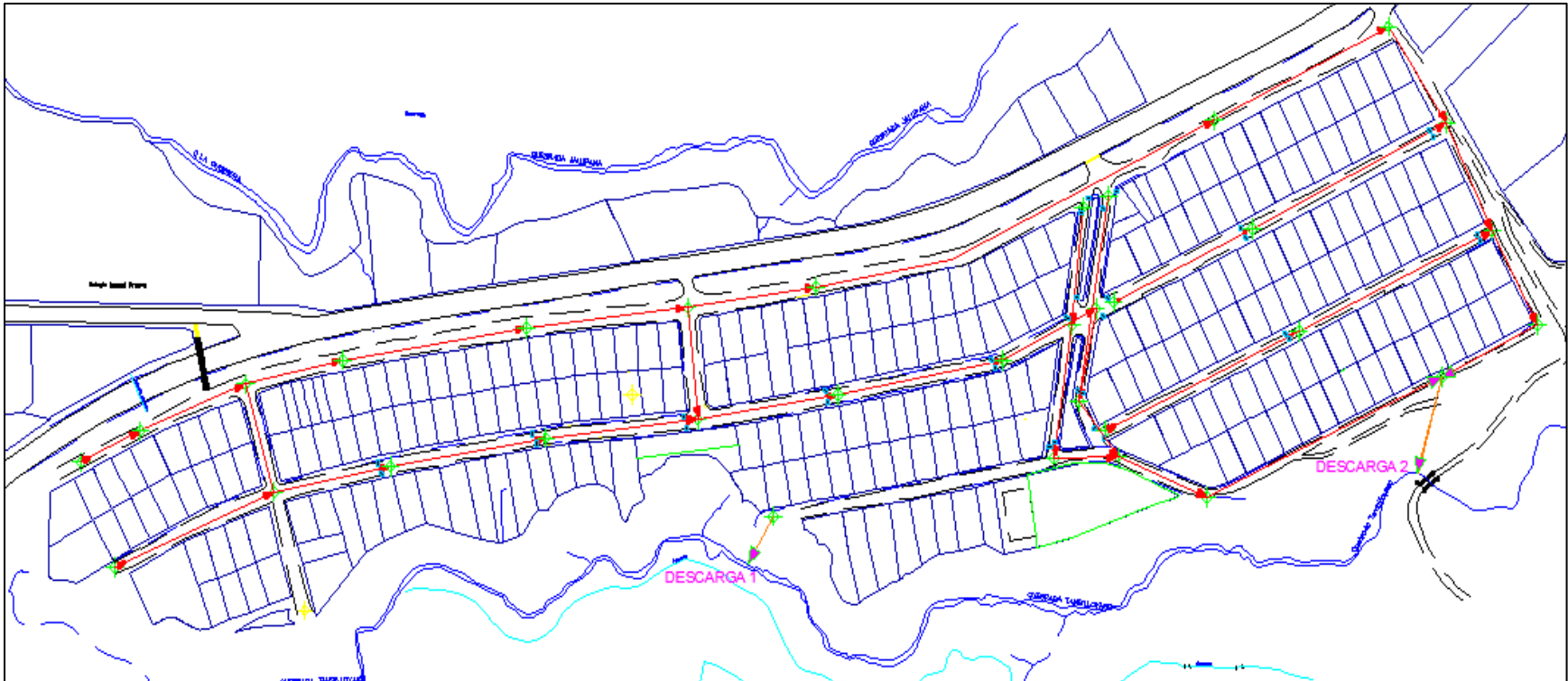
SENAGUA. (2010). Norma de Diseño para Sistemas de Abastecimiento de agua potable, Disposicion de Excretas y Residuos Liquidos en el Area Rural. *Urbano*, 11(18.1), 71.

Villón Béjar, M. (2002). Cálculos hidrológicos e hidráulicos en Cuencas Hidrográficas. *Centro Agronomico Tropical de Investigacion y Enseñanza*, I, 72.
https://www.academia.edu/16705366/Calculos_hidrologicos_e_hidraulicos_Maximo_Villon

ANEXOS

Anexo A

Red de alcantarillado actual del Barrio Valle Hermoso I.



Elaborado por: Los Autores.

Anexo B


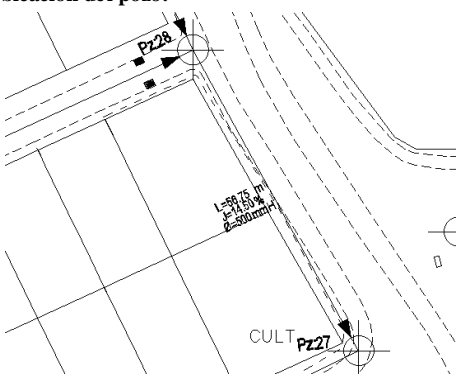

Planimetría y altimetría de los pozos existentes.

N.- Pozo	Coordenadas (UTM)		Cota del terreno	Cota del proyecto
	Norte (m)	Este (m)	(m)	(m)
1	9955203.34	773664.45	2755.00	2753.00
2	9955219.96	773699.74	2755.00	2751.00
3	9955245.06	773761.86	2754.95	2750.95
4	9955257.85	773819.28	2750.40	2747.60
5	9955275.02	773927.65	2746.74	2745.04
6	9955285.84	774022.86	2744.26	—
7	9955297.05	774098.74	2740.14	2737.99
8	9955385.82	774333.98	2730.01	2727.21
9	9955436.01	774436.87	2725.06	—
10	9955384.52	774471.32	2724.02	2722.16
11	9955328.12	774356.41	2729.55	2727.45
12	9955288.62	774274.49	2732.13	2730.53
13	9955285.28	774264.12	2732.62	2730.82
14	9955276.30	774250.10	2733.22	2731.07
15	9955257.80	774209.34	2735.14	2733.29
16	9955239.25	774111.47	2740.01	2737.06
17	9955226.50	774028.88	2742.09	2740.04
18	9955216.26	773939.38	2744.96	2743.16
19	9955200.98	773847.43	2749.79	2747.09
20	9955187.55	773778.80	2751.76	—
21	9955147.34	773684.84	2751.06	2749.51
22	9955174.51	774073.36	2728.35	2725.45
23	9955236.07	774254.25	2731.14	2729.64
24	9955205.95	774277.08	2729.74	2727.29
25	9955184.84	774329.83	2725.00	—
26	9955249.01	774468.52	2719.19	—
27	9955276.77	774524.76	2719.76	2717.61
28	9955326.76	774497.90	2720.77	—
29	9955273.14	774383.97	2726.36	2723.31
30	9955220.28	774269.82	2730.34	2728.49
31	9955205.67	774239.42	2731.02	—
32	9955339.60	774256.39	2733.25	2731.80
33	9955345.64	774271.58	2732.39	2730.94

Elaborado por: Los Autores.

Anexo C

Ficha catastral del Pozo No.27.

PROYECTO: CATASTRO DE LA RED DE ALCANTARILLADO BARRIO VALLE HERMOSO 1, PARROQUIA DE TAMBILLO, CANTÓN MEJÍA, PROVINCIA DE PICHINCHA			
UBICACIÓN			
Realizado por: Jessica Guerrero Leonela Rivadeneira Hoja No. 30 Zona: Tambillo Calle: F Localización:  Observaciones:		Ubicación del pozo: 	
		Detalle del pozo: 	Sumidero de rejilla:

CARACTERISTICAS				
Número de pozo: 27				
Profundidad del Pozo: 2.15m				
Cota tapa: 2719.76				
ESTRUCTURA	MATERIAL	Bueno	Regular	Malo
Ø Tapa: 0.64 m	Hierro fundido	✓		
Paredes	Hormigón	✓		
Zócalo	Hormigón	✓		
Fondo	Hormigón	✓		
Escalera	Hierro	✓		
Ø Pozo Fondo: 0.87m				

ALCANTARILLADO: Sanitario-Pluvial			
Descripción	Diametro (mm)	Cota clave (m)	Material
Col. Pz28	500	1.65	Hormigón
Pz27	500	1.70	Hormigón

SUMIDERO DE REJILLA								
Descripción	Ubicación	Material	Estado	Dim. Tapa		Sum. Rejilla		
				Ancho (m)	Largo (m)	Geom	Diam (m)	Prof (m)

Observaciones:

Elaborado por: Los Autores.

Anexo D

Análisis hidráulico del sistema de alcantarillado existente.

DATOS		
Alcantarillado Sanitario		
Población actual	1315	habitantes
Peso específico del agua	1000	kg/m3
Dotación actual	160	lt/hab
Densidad poblacional actual	62	hab/ha
Área de influencia	21.2	ha
Coefficiente de mayoración	4	
Coefficiente de retorno	0.85	
Alcantarillado Pluvial		
Coefficiente de escorrentía	0.56	
Periodo de retorno	5	años

	DESCRIPCIÓN DEL TRAMO			AREAS (HA)		Población	Tiempo de retorno	Intensidad	Caudal Pluvial	CAUDAL SANITARIO							CARACTERÍSTICAS FÍSICAS				DATOS HIDRAULICOS												COTAS			Salto (m)	
	CALLE	POZO	L	PARC.	ACUM.					Caudal Doméstico (l/s)	Caudal Industrial (l/s)	Caudal Institucional (l/s)	Caudal Errado (l/s)	Caudal Infiltracion (l/s)	Qmaxhorario (l/s)	Caudal Total (calculado) Sanitario (l/s)	Caudal Total	D (mm)	I terreno (%)	I proyecto (%)	n	h	relacin de llenado	a	W	X	R	c	V (m/s)	Verificaci on 0,45< V < 5	Tiempo de flujo	Q (l/s)	τ $\frac{N}{m^2}$	TERRENO	PROYECTO		Hpozo (m)
																						m															
INICIO	PZ6																																2744.26	2741.46	2.80		
	Calle O		59.95	0.123462	0.1235	8	12	78.02	14.98				0.05		15.03	250	3.62	2.37	0.015	0.0732	29	23.754	0.012	0.29	0.04	39.30	1.24	CUMPLE	0.81	15.05	9.948						
	PZ17																															2742.09	2740.04	2.05			
INICIO	PZ30																																2730.34	2728.49	1.85		
	Calle E		125.8	0.702172	0.7022	44	12	78.02	85.22	0.069			0.28		85.49	400	3.16	4.12	0.013	0.1214	30	22.540	0.033	0.47	0.07	49.28	2.63	CUMPLE	0.80	85.68	28.482						
	P29																															2726.36	2723.31	3.05			
	PZ29																																2726.36	2723.31	3.05		
	Calle E		125.92	0.709136	1.4113	88	12.80	75.63	166.04	0.139			0.55		166.59	400	4.44	4.44	0.013	0.1708	43	8.358	0.051	0.57	0.09	51.48	3.25	CUMPLE	0.65	166.58	39.898						
	PZ28																															2720.77	2717.72	3.05			
INICIO	PZ32																																2733.25	2731.80	1.45		
	San Francisco		63.61	0.140845	0.1408	9	12	78.02	17.09	0.014			0.06		17.15	400	0.05	1.15	0.013	0.0716	18	36.883	0.017	0.37	0.04	45.81	1.04	CUMPLE	1.02	17.15	5.120						
	PZ14																															2733.22	2731.07	2.15			
INICIO	PZ33																																2732.39	2730.94	1.45		
	San Francisco		110.93	0.221232	0.2212	14	12	78.02	26.85	0.022			0.09		26.94	400	0.59	1.17	0.013	0.0913	23	31.202	0.022	0.41	0.05	47.39	1.20	CUMPLE	1.54	26.94	6.410						
	PZ23																															2731.74	2729.64	2.10			
INICIO	PZ1																																2755.00	2753.00	2.00		
	Calle SN		39	0.24784	0.2478	16	12	78.02	30.08	0.025			0.10		30.18	200	0.00	5.13	0.015	0.0963	48	2.114	0.015	0.31	0.05	40.30	2.02	CUMPLE	0.32	30.18	25.025						
	PZ2																															2755.00	2751.00	4.00			
	PZ2																																2755.00	2751.00	4.00		
	Calle SN		67	0.231319	0.4792	30	12.32	77.03	57.41	0.047			0.19		57.60	250	0.07	0.07	0.015	0.25	100	57.446	0.049	0.64	0.08	43.35	0.33	FALLÓ1	3.43	15.83	0.564						
	PZ3																															2754.95	2750.95	4.00			
	PZ3																																2754.95	2750.95	4.00		
	Calle SN		58.83	0.225299	0.7045	44	15.75	68.18	74.71	0.069			0.28		74.99	250	7.73	5.69	0.015	0.141	56	7.330	0.029	0.42	0.07	42.50	2.63	CUMPLE	0.37	74.98	38.248						
	PZ4																															2750.40	2747.60	2.80			
	PZ4																																2750.40	2747.60	2.80		
	Calle SN		109.71	0.422698	1.1272	70	16.13	67.36	118.10	0.110			0.44		118.55	250	3.34	2.33	0.015	0.25	100	57.446	0.049	0.64	0.08	43.35	1.82	CUMPLE	1.00	88.50	17.633						
	PZ5																															2746.74	2745.04	1.70			
	PZ5																																2746.74	2745.04	1.70		
	Calle SN		95.83	0.343675	1.4708	92	17.13	65.27	149.34	0.145			0.58		149.92	250	2.59	3.74	0.015	0.25	100	57.446	0.049	0.64	0.08	43.35	2.30	CUMPLE	0.69	111.97	28.231						
	PZ6																															2744.26	2741.46	2.80			
	PZ6																																2744.26	2741.46	2.80		
	Calle SN		76.7	0.2957	1.7665	110	17.82	63.92	175.65	0.173			0.69		176.34	250	5.37	4.52	0.015	0.25	100	57.446	0.049	0.64	0.08	43.35	2.53	CUMPLE	0.50	123.22	34.188						
	PZ7																															2740.14	2737.99	2.15			

	DESCRIPCIÓN DEL TRAMO			AREAS (HA)		Población	Tiempo de retorno	Intensidad	Caudal Pluvial	CAUDAL SANITARIO							CARACTERISTICAS FISICAS					DATOS HIDRAULICOS											COTAS				
	CALLE	POZO N°	L mts	PARC.	ACUM.					Caudal Doméstico (l/s)	Caudal Industrial (l/s)	Caudal Institucionall (l/s)	Caudal Errado (l/s)	Caudal Infiltracion (l/s)	Qmaxhorar io (l/s)	Caudal Total (calculado) Sanitario (l/s)	Caudal Total	D (mm)	I terreno (%)	I proyecto (%)	n	h m	llenado a	α	W	X	R	c	V (m/s)	Verificaci on 0,45< V < 5	Tiempo de flujo	Q (l/s)	τ N m²	TERRENO msnm	PROYECTO msnm	Hpozo (m)	Salto (m)
INICIO		PZ7																																			
	Calle SN		253.46	0.877194	2.6437	164	18.33	62.98	258.99	0.258					1.03		260.02	250	4.00	4.25	0.015	0.25	100	57.446	0.049	0.64	0.08	43.35	2.46	CUMPLE	1.72	119.48	32.140	2740.14	2737.99	2.15	
		PZ8																																			
	Calle SN		144.48	0.422197	3.0659	191	20.05	59.99	286.10	0.301					1.20		287.31	250	3.43	3.43	0.015	0.25	100	57.446	0.049	0.64	0.08	43.35	2.21	CUMPLE	1.09	107.23	25.890	2730.01	2727.21	2.80	
		Pz9																																			
	Calle G		61.95	0.268059	3.334	207	21.14	58.26	302.13	0.326					1.30		303.43	500	1.68	1.68	0.015	0.313	62.6	14.448	0.129	0.91	0.14	48.14	2.35	CUMPLE	0.44	303.46	23.811	2725.06	2722.26	2.80	
		PZ10																																			
	Calle D																																				
		PZ21																																			
		PZ20																																			
	Calle D		102.2	0.454637	0.4546	29	12.00	78.02	55.18	0.046					0.18		55.36	250	-0.68	0.24	0.015	0.25	100	57.446	0.049	0.64	0.08	43.35	0.59	CUMPLE	2.89	28.65	1.849	2751.06	2749.51	1.55	
		PZ20																																			
	Calle D		69.93	0.244977	0.6996	44	14.89	70.16	76.35	0.069					0.28		76.63	250	2.82	3.10	0.015	0.1765	71	23.630	0.037	0.50	0.07	43.24	2.08	CUMPLE	0.56	76.63	23.088	2751.76	2749.26	2.50	
		PZ19																																			
	Calle D		93.22	0.345318	1.0449	65	15.45	68.85	111.92	0.102					0.41		112.33	250	5.18	4.22	0.015	0.2214	89	44.241	0.045	0.59	0.08	43.51	2.48	CUMPLE	0.63	112.30	32.560	2749.79	2747.09	2.70	
		PZ18																																			
	Calle D		90.08	0.297302	1.3422	84	16.08	67.46	140.86	0.132					0.53		141.39	250	3.19	3.46	0.015	0.25	100	57.446	0.049	0.64	0.08	43.35	2.22	CUMPLE	0.68	107.82	26.174	2744.96	2743.16	1.80	
		PZ17																																			
	Calle D		83.57	0.412938	1.8786	117	16.75	66.04	192.98	0.184					0.74		193.72	300	2.49	3.57	0.015	0.3	100	57.513	0.070	0.77	0.09	44.68	2.54	CUMPLE	0.55	177.86	32.323	2742.09	2740.04	2.05	
		PZ16																																			
	Calle D		99.61	0.573002	2.4516	153	17.30	64.93	247.62	0.241					0.96		248.59	300	4.89	3.78	0.015	0.3	100	57.513	0.070	0.77	0.09	44.68	2.62	CUMPLE	0.63	183.23	34.308	2740.01	2737.06	2.95	
		PZ15																																			
	Calle D		61.28	0.184363	2.636	164	17.94	63.71	261.22	0.258					1.03		262.25	400	4.11	4.03	0.015	0.2525	63	15.053	0.083	0.73	0.11	46.41	3.14	CUMPLE	0.32	262.45	45.882	2735.14	2733.29	1.85	
		PZ13																																			
	Calle D																																				
		PZ12																																			
	Calle D		90.95	0.608545	0.6085	38	12	78.02	73.85	0.060					0.24		74.09	400	2.84	3.39	0.013	0.1183	30	23.423	0.031	0.46	0.07	49.11	2.35	CUMPLE	0.64	74.09	22.945	2732.13	2730.53	1.60	
		PZ11																																			
Calle D		128	0.671767	1.2803	80	12.64	76.07	151.51	0.126					0.50		152.01	400	4.32	4.13	0.013	0.1656	41	9.855	0.049	0.56	0.09	51.29	3.09	CUMPLE	0.69	152.01	36.322	2729.55	2727.45	2.10		
	PZ10																																				
Calle D		63.58	0.293887	4.9082	305	13.33	74.13	565.95	0.480					1.92		567.87	500	5.11	6.98	0.015	0.2957	59	10.468	0.121	0.88	0.14	47.91	4.70	CUMPLE	0.23	567.87	96.232	2724.02	2722.16	1.86		
	PZ28																																				
Calle G		56.75	0.211574	6.5311	406	13.56	73.52	746.88	0.639					2.56		749.44	500	6.36	4.78	0.015	0.4351	87	42.673	0.179	1.16	0.15	48.83	4.19	CUMPLE	0.23	749.44	73.726	2720.77	2717.72	3.05		
	PZ27																																				
Calle F		62.72	0.146984	6.678	415	13.79	72.92	757.49	0.653					2.61		760.10	500	0.91	1.95	0.015	0.5	100	57.910	0.195	1.29	0.15	48.63	2.63	CUMPLE	0.40	512.31	29.318	2719.76	2717.61	2.15		
	PZ26																																				
San Francisco		71.43	0.138611	0.2795	18	13.02	74.99	32.60	0.028					0.11		32.71	400	3.08	3.08	0.013	0.078	20	35.038	0.018	0.38	0.05	46.36	1.78									

Anexo E

Características de sistema de alcantarillado existente.

Calle	Tipo de calle	Pozo	Longitud (m)	Diámetro (mm)	Material	Tiempo de uso	Estado actual	Observaciones
Sin nombre	Empedrado	Pz1	39.00	200	Hormigón	< 25 años	Pozo Perdido	Pozo de cabecera
		Pz2					Buenas Condiciones	
Sin nombre	Empedrado	Pz2	67.00	250	Hormigón	< 25 años	Buenas Condiciones	
		Pz3					Buenas Condiciones	
Sin nombre	Empedrado	Pz3	58.83	250	Hormigón	< 25 años	Buenas Condiciones	
		Pz4					Buenas Condiciones	
Sin nombre	Empedrado	Pz4	109.71	250	Hormigón	< 25 años	Buenas Condiciones	
		Pz5					Pozo Perdido	
Sin nombre	Empedrado	Pz5	95.83	250	Hormigón	< 25 años	Pozo Perdido	
		Pz6					Pozo Perdido	

Calle	Tipo de calle	Pozo	Longitud (m)	Diámetro (mm)	Material	Tiempo de uso	Estado actual	Observaciones
Sin nombre	Empedrado	Pz6	76.70	250	Hormigón	< 25 años	Pozo Cerrado	
		Pz7					Pozo Cerrado	
		Pz7					Pozo Cerrado	
Sin nombre	Empedrado	Pz8	253.43	250	Hormigón	< 25 años	Buenas Condiciones	Cambiar escalinatas
		Pz8					Buenas Condiciones	Cambiar escalinatas
		Pz9					Pozo Perdido	
Sin nombre	Empedrado y Asfaltado	Pz9	144.48	250	Hormigón	< 25 años	Pozo Perdido	
		Pz10					Pozo Asegurado	Se requiere de la llave maestra para quitar el seguro de la tapa
		Pz10					Pozo Asegurado	Se requiere de la llave maestra para quitar el seguro de la tapa
Calle G	Tierra	Pz28	63.58	500	Hormigón	< 25 años	Pozo Perdido	
		Pz28					Pozo Perdido	
		Pz27					Buenas Condiciones	

Calle	Tipo de calle	Pozo	Longitud (m)	Diámetro (mm)	Material	Tiempo de uso	Estado actual	Observaciones
Calle F	Tierra	Pz27	62.72	500	Hormigón	< 25 años	Buenas Condiciones	
		Pz26-Desc					Pozo Perdido	Descarga directamente a la quebrada Tambilloyacu
		Pz21					Buenas Condiciones	Pozo de Cabecera
Calle D	Tierra	Pz20	102.2	250	Hormigón	>25 años	Pozo Perdido	
		Pz20					Pozo Perdido	
Calle D	Adoquinado	Pz19	69.93	250	Hormigón	>25 años	Condiciones Regulares	Sumideros de rejilla cubiertos por vegetación, necesitan mantenimiento
		Pz19					Condiciones Regulares	Sumideros de rejilla cubiertos por vegetación, necesitan mantenimiento
Calle D	Adoquinado	Pz18	90.08	250	Hormigón	>25 años	Buenas Condiciones	Tapa y escalinatas en mal estado hay que cambiarla
		Pz18					Buenas Condiciones	Tapa y escalinatas en mal estado hay que cambiarla
		Pz17					Buenas Condiciones	Tapa en mal estado hay que cambiarla

Calle	Tipo de calle	Pozo	Longitud (m)	Diámetro (mm)	Material	Tiempo de uso	Estado actual	Observaciones
Calle O	Adoquinado	Pz6	59.65	250	Hormigón	< 25 años	Pozo Perdido	
		Pz17					Buenas Condiciones	Tapa en mal estado hay que cambiarla
		Pz17					Buenas Condiciones	Tapa en mal estado hay que cambiarla
Calle D	Adoquinado		83.57	300	Hormigón	>25 años		
		Pz16					Buenas Condiciones	Tapa en mal estado hay que cambiarla , entrada del pozo deteriorada
		Pz16					Buenas Condiciones	Tapa en mal estado hay que cambiarla , entrada del pozo deteriorada
Calle D	Empedrado		99.61	300	Hormigón	>25 años		
		Pz15					Buenas Condiciones	Tapa en mal estado hay que cambiarla , entrada del pozo deteriorada
		Pz15					Buenas Condiciones	Tapa en mal estado hay que cambiarla, entrada del pozo deteriorada
Calle D	Adoquinado		61.28	300	Hormigón	>25 años		
		Pz13					Buenas Condiciones	El caudal se dirige hacia un pozo no identificado

Calle	Tipo de calle	Pozo	Longitud (m)	Diámetro (mm)	Material	Tiempo de uso	Estado actual	Observaciones
Calle D	Adoquinado	Pz12	90.95	400	PVC	< 25 años	Condiciones Regulares	Tapa en mal estado hay que cambiarla /Pozo de cabecera
		Pz11					Buenas Condiciones	Escalinatas en mal estado
		Pz11					Buenas Condiciones	Escalinatas en mal estado
Calle D	Adoquinado		128	400	PVC	< 25 años		
		Pz10					Pozo Asegurado	Se requiere de la llave maestra para quitar el seguro de la tapa .
		Pz30					Buenas Condiciones	Pozo de Cabecera
Calle E	Asfaltada		125.8	400	PVC	< 25 años		
		Pz29					Buenas Condiciones	
		Pz29					Buenas Condiciones	
Calle E	Asfaltada		125.92	400	PVC	< 25 años		
		Pz28					Pozo Perdido	
		Pz32					Buenas Condiciones	Pozo de Cabecera/ conexiones domiciliarias conectadas al sumidero de rejilla
San Francisco	Adoquinado		63.61	400	PVC	< 25 años		
		Pz14					Buenas Condiciones	Requiere mantenimiento el fondo del pozo

Calle	Tipo de calle	Pozo	Longitud (m)	Diámetro (mm)	Material	Tiempo de uso	Estado actual	Observaciones
San Francisco	Adoquinado	Pz14	71.43	400	PVC	< 25 años	Buenas Condiciones	Requiere mantenimiento el fondo del pozo
		Pz31					Pozo Perdido	
Calle E	Adoquinado	Pz31	37.66	400	PVC	< 25 años	Pozo Perdido	
		PZ24					Condiciones Regulares	Mantenimiento del fondo del pozo y de las paredes
San Francisco	Adoquinado	Pz33	110.93	400	PVC	< 25 años	Buenas Condiciones	Pozo de Cabecera/Pozo de Cabecera/ conexiones domiciliarias conectadas al sumidero de rejilla
		Pz23					Buenas Condiciones	
San Francisco	Adoquinado	Pz23	37.8	400	PVC	< 25 años	Buenas Condiciones	
		Pz24					Condiciones Regulares	Mantenimiento del fondo del pozo y de las paredes
Sin nombre	Tierra	Pz24	56.82	500	PVC	< 25 años	Condiciones Regulares	Mantenimiento del fondo del pozo y de las paredes

Calle	Tipo de calle	Pozo	Longitud (m)	Diámetro (mm)	Material	Tiempo de uso	Estado actual	Observaciones
Calle F	Tierra	Pz25	152.81	500	PVC	< 25 años	Pozo Asegurado	Se requiere de la llave maestra para quitar el seguro de la tapa
		Pz25					Pozo Asegurado	Se requiere de la llave maestra para quitar el seguro de la tapa
		Pz26-Desc					Pozo Perdido	Descarga directamente a la quebrada Tambilloyacu
Calle E	Tierra	Pz22-Desc	-	-	-	>25 años	Buenas Condiciones	Descarga directamente a la quebrada Tambilloyacu / Escalinatas en mal estado, requieren ser cambiadas
San Francisco	Adoquinado	Pz13	-	-	-	>25 años	Buenas Condiciones	El caudal se dirige hacia un pozo no identificado

Elaborado por: Los Autores

Anexo F

Resultados de la evaluación hidráulica del sistema de alcantarillado existente.

Calle	N.-Pozo	Material	Evaluación hidráulica del tramo	Recomendaciones
Calle O	Pz6	250 mm Hormigón	Tramo inicial ,cumple correctamente con la capacidad hidráulica	Pz7 colocar escalinatas
	Pz17			
Calle E	Pz30	400 mm PVC	Tramo inicial, cumple correctamente su capacidad hidráulica	Pz29 y Pz30 colocar escalinatas
	Pz29			
Calle E	Pz29	400 mm PVC	Cumple correctamente su capacidad hidráulica	
	Pz28			
Calle San Francisco	Pz32	400 mm PVC	Tramo inicial, cumple correctamente con la capacidad hidráulica	Pz32 No cumple con la profundidad mínima de la cota clave, Pz14 realizar mantenimiento
	Pz14			
Calle San Francisco	Pz33	400 mm PVC	Tramo inicial, cumple correctamente con la capacidad hidráulica	Pz33 No cumple con la profundidad mínima de la cota clave, Pz33 colocar escalinatas
	Pz23			
Calle sin nombre	Pz1	200 mm Hormigón	Tramo inicial, cumple correctamente con la capacidad hidráulica	Pz2 la entrada requiere mantenimiento
	Pz2			
Calle sin nombre	Pz2	250 mm Hormigón	Sobrepasa la capacidad hidráulica de la tubería, no cumple con la pendiente y velocidad mínima	Cambio de tubería
	Pz3			
Calle sin nombre	Pz3	250 mm Hormigón	Cumple correctamente su capacidad hidráulica	
	Pz4			
Calle sin nombre	Pz4	250 mm Hormigón		Cambio de tubería

Calle	N.-Pozo	Material	Evaluación hidráulica del tramo	Recomendaciones
	Pz5		Sobrepasa la capacidad hidráulica de la tubería	
Calle sin nombre	Pz5	250 mm Hormigón	Sobrepasa la capacidad hidráulica de la tubería	Cambio de tubería
	Pz6		Sobrepasa la capacidad hidráulica de la tubería	
Calle sin nombre	Pz6	250 mm Hormigón	Sobrepasa la capacidad hidráulica de la tubería	Cambio de tubería
	Pz7		Sobrepasa la capacidad hidráulica de la tubería	
Calle sin nombre	Pz7	250 mm Hormigón	Sobrepasa la capacidad hidráulica de la tubería	Cambio de tubería
	Pz8		Sobrepasa la capacidad hidráulica de la tubería	
Calle sin nombre	Pz8	250 mm Hormigón	Sobrepasa la capacidad hidráulica de la tubería	Cambio de tubería
	Pz9		Sobrepasa la capacidad hidráulica de la tubería	
Calle G	Pz9	500 mm Hormigón	Sobrepasa la capacidad hidráulica de la tubería	Cambio de tubería
	Pz10		Sobrepasa la capacidad hidráulica de la tubería	
Calle D	Pz21	250 mm Hormigón	Tramo inicial, sobrepasa la capacidad hidráulica de la tubería, no cumple con la pendiente mínima	Cambio de tubería, PZ21 requiere mantenimiento
	Pz20			
Calle D	Pz19	250 mm Hormigón	Cumple correctamente su capacidad hidráulica	Sumideros de rejilla que descargan al PZ19 se encuentran cubiertos de vegetación y tierra.
	Pz19			
Calle D	Pz18	250 mm Hormigón	Cumple correctamente su capacidad hidráulica	Sumideros de rejilla que descargan al PZ18 se encuentran cubiertos de escombros.
	Pz18			
Calle D				

Calle	N.-Pozo	Material	Evaluación hidráulica del tramo	Recomendaciones
Calle D	Pz18	250 mm Hormigón	Sobrepasa la capacidad hidráulica de la tubería	Cambio de tubería, sumideros de rejilla no se encuentra conectados al Pz17, descargan directamente a la quebrada y el mismo requiere escalinatas.
	Pz17			
	Pz17	300 mm Hormigón	Sobrepasa la capacidad hidráulica de la tubería	Cambio de tubería, los sumideros de rejilla que descargan al Pz16 se encuentran cubiertos de vegetación, Pz16 requiere mantenimiento
	Pz16			
Calle D	Pz16	300 mm Hormigón	Sobrepasa la capacidad hidráulica de la tubería	Cambio de tubería, Pz15 requiere mantenimiento y los sumideros que descargan al mismo se encuentran cubiertos de basura
	Pz15			
Calle D	Pz15	400 mm Hormigón	Cumple correctamente su capacidad hidráulica	
	Pz13			
Calle D	Pz12	400 mm PVC	Tramo inicial, cumple correctamente su capacidad hidráulica	Pz12 - Pz11 requiere mantenimiento, Pz11 requiere mantenimiento
	Pz11			
Calle D	Pz11	400 mm PVC	Cumple correctamente su capacidad hidráulica	Los sumideros que descargan al Pz10 se encuentra cubiertos de vegetación
	Pz10			
Calle G	Pz10	500 mm Hormigón	Cumple correctamente su capacidad hidráulica	
	Pz28			
Calle G	Pz28	500 mm Hormigón		

Calle	N.-Pozo	Material	Evaluación hidráulica del tramo	Recomendaciones
	Pz27		Cumple correctamente su capacidad hidráulica	
Calle F	Pz27	500 mm Hormigón	Sobrepasa la capacidad hidráulica de la tubería	Cambiar tubería
	Pz26			
Calle San Francisco	Pz14	400 mm PVC	Cumple correctamente su capacidad hidráulica	
	PZ31			
Calle sin nombre	Pz31	400 mm PVC	Cumple correctamente su capacidad hidráulica	
	Pz24			
Calle San Francisco	Pz23	400 mm PVC	Cumple correctamente su capacidad hidráulica	Pz23- Pz24 colocar escalinata, Pz24 requiere mantenimiento
	Pz24			
Calle sin nombre	Pz24	500 mm Hormigón	Cumple correctamente su capacidad hidráulica	
	Pz25			
Calle F	Pz25	500 mm Hormigón	Cumple correctamente su capacidad hidráulica	
	Pz26- Desc			

Elaborado por: Los autores.

Anexo G

Estimación de la población futura a través del método geométrico.

Años		Población (Habitantes)
0	2020	1315
1	2021	1348
2	2022	1381
3	2023	1415
4	2024	1450
5	2025	1486
6	2026	1523
7	2027	1561
8	2028	1600
9	2029	1640
10	2030	1680
11	2031	1722
12	2032	1765
13	2033	1809
14	2034	1853
15	2035	1899
16	2036	1947
17	2037	1995
18	2038	2044
19	2039	2095
20	2040	2147
21	2041	2200
22	2042	2255
23	2043	2311
24	2044	2368
25	2045	2427

Elaborado por: Los autores.

Anexo H

Diseño de la red de alcantarillado sanitario.

DATOS		
Población actual	1315.0	hab/ha
Población futura	2427.0	hab/ha
Area del proyecto sanitario	10.1	ha
Densidad Poblacional Futura	241	ha
Dotación futura	180	lt/hab*día
Coefficiente de retorno	0.85	
Coefficiente de rugosidad PVC	0.011	
Coefficiente de mayoración	2.4	
Coefficiente de minoración	0.3	

DESCRIPCIÓN DEL TRAMO				AREAS (HA)		Población Acumulada	Caudal Domestico	Caudal Industrial	Caudal Institucional	Caudal Errado	Caudal Infiltración	Caudal Medio Diario	Caudal Max Horario	Caudal Min Horario	Caudal Sanitario	CARACTERISTICAS FISICAS				DATOS HIDRAULICOS												COTAS				
TRAMO	CALLE	Pozo Nº	Longitud m	Parcial	Acum											Hab/Ha	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s)	D calculado (mm)	D adoptado (mm)	I terreno (%)	I proyecto (%)	Prof. Flujo h > 0.05 m	Capacidad Max=80%	α	Area m2	Perim. Mojado (m)	Radio hidraulico (m)	Coef. Chezy	Velocidad (m/s)
		P2																																		
INICIAL	CALLE B	P13	65.43	0.12653	0.127	31	0.055	0	0	0.063	0	0.055	0.132	0.016	1.5	46	250	5.20	9.4	0.015	6%	50.7	0.0020	0.282	0.007	39.77	1.02	Cumple	2.0	6.5855	2755.00	2753.25	1.75	1.50		
		P13																													2751.597	2747.10	4.50	4.25		
		P5																																		
INICIAL	CALLE O	P16	65.87	0.131588	0.132	32	0.057	0	0	0.066	0	0.057	0.136	0.017	1.5	54	250	3.87	3.9	0.016	6%	50.1	0.0021	0.283	0.008	40.28	0.69	Cumple	1.5	2.9204	2744.341	2742.59	1.75	1.50		
		P16																													2741.793	2740.04	1.75	1.50		
		P22																																		
INICIAL	CALLE E	P21	67.38	0.157611	0.158	38	0.067	0	0	0.079	0	0.067	0.162	0.020	1.5	52	250	4.87	4.9	0.015	6%	50.5	0.0020	0.282	0.007	39.92	0.74	Cumple	1.5	3.4822	2733.972	2732.22	1.75	1.50		
		P21																													2730.693	2728.94	1.75	1.50		
		P19																																		
INICIAL	CALLE SAN FRANCISCO	P20	65.07	0.105696	0.106	26	0.046	0	0	0.053	0	0.046	0.111	0.014	1.5	70	250	-0.16	1.0	0.025	10%	45.9	0.0033	0.293	0.011	43.11	0.46	Cumple	1.5	1.1256	2733.184	2731.43	1.75	1.50		
		P20																													2733.286	2730.79	2.50	2.25		
		P35																																		
INICIAL	CALLE E	P36	100	0.506636	0.507	123	0.218	0	0	0.253	0	0.218	0.523	0.065	1.5	51	250	5.30	5.3	0.015	6%	50.7	0.0020	0.282	0.007	39.77	0.77	Cumple	1.5	3.7061	2732.147	2730.40	1.75	1.50		
		P36																													2726.848	2725.10	1.75	1.50		
		P36																													2726.848	2725.10	1.75	1.50		
	CALLE E	P37	100	0.576113	1.083	261	0.462	0	0	0.541	0	0.462	1.109	0.139	1.7	58	250	3.26	3.3	0.019	7%	48.9	0.0025	0.286	0.009	41.14	0.69	Cumple	1.7	2.7911	2723.589	2721.84	1.75	1.50		
		P37																													2723.589	2721.84	1.75	1.50		
	CALLE E	P38	49.36	0.276023	1.359	328	0.581	0	0	0.679	0	0.581	1.394	0.174	2.1	56	250	6.17	6.2	0.018	7%	49.4	0.0023	0.285	0.008	40.80	0.92	Cumple	2.1	5.0445	2723.589	2721.84	1.75	1.50		
		P38																													2720.542	2718.79	1.75	1.50		
		P31																																		
INICIAL	CALLE D	P32	86.51	0.528188	0.528	128	0.227	0	0	0.264	0	0.227	0.544	0.068	1.5	57	250	2.79	2.8	0.018	7%	49.1	0.0024	0.285	0.008	40.97	0.63	Cumple	1.5	2.3300	2731.886	2730.14	1.75	1.50		
		P32																													2729.474	2727.72	1.75	1.50		
		P32																													2729.474	2727.72	1.75	1.50		
	CALLE D	P33	60	0.374254	0.902	218	0.386	0	0	0.451	0	0.386	0.927	0.116	1.5	53	250	4.08	4.1	0.016	6%	50.1	0.0021	0.283	0.008	40.28	0.71	Cumple	1.5	3.0793	2727.027	2725.28	1.75	1.50		
		P33																													2727.027	2725.28	1.75	1.50		
		P33																													2727.027	2725.28	1.75	1.50		
	CALLE D	P34	67.72	0.363449	1.266	306	0.542	0	0	0.633	0	0.542	1.301	0.163	1.9	57	250	4.67	4.7	0.018	7%	49.1	0.0024	0.285	0.008	40.97	0.81	Cumple	1.9	3.9057	2723.867	2722.12	1.75	1.50		

DESCRIPCIÓN DEL TRAMO				AREAS (HA)		Población Acumulada	Caudal Domestico	Caudal Industrial	Caudal Institucional	Caudal Errado	Caudal Infiltración	Caudal Medio Diario	Caudal Max Horario	Caudal Min Horario	Caudal Sanitario	CARACTERISTICAS FISICAS				DATOS HIDRAULICOS												COTAS																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
TRAMO	CALLE	Pozo	Longitud	Parcial	Acum.											D calculado (mm)	D adoptado (mm)	I terreno (%)	I proyecto (%)	Prof. Flujo h > 0.05 m	Capacidad Max=80%	α	Area m2	Perim. Mojado (m)	Radio hidraulico (m)	Coef. Chezy	Velocidad (m/s)	0.6 < Vd < 5 (m/s)	Caudal Sanitario (l/s)	Esfuerzo corte (τ > 1KPa)	Terreno	Proyecto	Hpozo	Clave	Salto																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
		Nº	m																												Hab/Ha	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s)	msnm	msnm	(m)	(m)	(m)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
INICIAL	CALLE SAN FRANCISCO	P23																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										</

		P11																													2750.036	2748.29	1.75	1.50	
INICIAL	CALLE D	P12	51.28	0.216063	0.216	53	0.094	0	0	0.108	0	0.094	0.225	0.028	1.5	69	250	-4.83	1.0	0.025	10%	45.9	0.0033	0.293	0.011	43.11	0.46	Cumple	1.5	1.1597	2752.511	2747.76	4.75	4.50	
		P12																													2752.511	2747.76	4.75	4.50	
	CALLE D	P12	58.94	0.187377	0.403	98	0.174	0	0	0.202	0	0.174	0.417	0.052	1.5	68	250	1.55	1.1	0.022	9%	47.3	0.0029	0.290	0.010	42.24	0.45	Cumple	1.3	1.1171	2751.597	2747.10	4.50	4.25	
		P13																													2751.597	2747.10	4.50	4.25	
	CALLE D	P14	69.15	0.189244	0.719	174	0.308	0	0	0.360	0	0.308	0.740	0.092	1.5	68	250	2.93	1.1	0.018	7%	49.1	0.0024	0.285	0.008	40.97	0.40	Cumple	1.0	0.9303	2749.57	2746.32	3.25	3.00	
		P14																													2749.57	2746.32	3.25	3.00	
	CALLE D	P15	93.5	0.312119	1.031	249	0.441	0	0	0.516	0	0.441	1.058	0.132	1.6	57	250	4.89	3.3	0.016	6%	50.2	0.0021	0.283	0.007	40.14	0.63	Cumple	1.3	2.4288	2745.00	2743.25	1.75	1.50	
		P15																													2745.00	2743.25	1.75	1.50	
	CALLE D	P16	90.01	0.262707	1.294	312	0.553	0	0	0.647	0	0.553	1.326	0.166	2.0	61	250	3.56	3.6	0.020	8%	48.2	0.0026	0.288	0.009	41.62	0.75	Cumple	2.0	3.2803	2741.793	2740.04	1.75	1.50	
		P16																													2741.793	2740.04	1.75	1.50	
	CALLE D	P17	85.14	0.412323	1.838	443	0.784	0	0	0.919	0	0.784	1.883	0.235	2.8	76	250	2.11	2.1	0.029	11%	44.2	0.0039	0.296	0.013	44.10	0.73	Cumple	2.8	2.7355	2740.00	2738.25	1.75	1.50	
		P17																													2740.00	2738.25	1.75	1.50	
	CALLE D	P18	100	0.57299	2.411	582	1.031	0	0	1.205	0	1.031	2.474	0.309	3.7	72	250	4.86	4.9	0.026	11%	45.3	0.0035	0.294	0.012	43.47	1.05	Cumple	3.7	5.8057	2735.14	2733.39	1.75	1.50	
		P18																													2735.14	2733.39	1.75	1.50	
	CALLE D	P20	43.98	0.184846	2.596	626	1.109	0	0	1.298	0	1.109	2.661	0.333	4.0	72	250	4.22	5.9	0.026	10%	45.5	0.0035	0.294	0.012	43.38	1.15	Cumple	4.0	6.9693	2733.286	2730.79	2.50	2.25	
		P20																													2733.286	2730.79	2.50	2.25	
	CALLE SAN FRANCISCO	P21	72.46	0.124919	2.826	682	1.208	0	0	1.413	0	1.208	2.899	0.362	4.3	87	250	3.58	2.5	0.032	13%	42.9	0.0043	0.299	0.014	44.79	0.85	Cumple	3.6	3.6353	2730.693	2728.94	1.75	1.50	
		P21																													2730.693	2728.94	1.75	1.50	
	CALLE E	P27	34.38	0.124919	2.984	720	1.275	0	0	1.492	0	1.275	3.060	0.383	4.6	93	250	2.02	2.0	0.038	15%	39.9	0.0053	0.306	0.017	46.27	0.86	Cumple	4.6	3.4788	2730.00	2728.25	1.75	1.50	
		P27																													2730.00	2728.25	1.75	1.50	
	CALLE SIN NOMBRE	P28	61.29	0.091824	3.273	789	1.397	0	0	1.637	0	1.397	3.353	0.419	5.0	74	250	8.16	8.2	0.027	11%	45.0	0.0036	0.295	0.012	43.65	1.38	Cumple	5.0	9.9910	2725.00	2723.25	1.75	1.50	
		P28																													2725.00	2723.25	1.75	1.50	
	CALLE F	P29	24.16	0.067941	3.341	806	1.427	0	0	1.670	0	1.427	3.426	0.428	5.1	70	250	11.05	11.1	0.025	10%	45.9	0.0033	0.293	0.011	43.11	1.53	Cumple	5.1	12.5634	2722.33	2720.58	1.75	1.50	
		P29																													2722.33	2720.58	1.75	1.50	
	CALLE F	P30	99.96	0.28768	3.629	875	1.549	0	0	1.814	0	1.549	3.719	0.465	5.5	97	250	2.33	2.3	0.040	16%	39.0	0.0056	0.308	0.018	46.70	0.97	Cumple	5.5	4.2795	2720.00	2718.25	1.75	1.50	
		P30																													2720.00	2718.25	1.75	1.50	
	CALLE F	P40	55.25	0.173526	3.802	917	1.624	0	0	1.901	0	1.624	3.897	0.487	5.8	86	250	4.74	4.7	0.034	14%	41.7	0.0047	0.302	0.016	45.41	1.23	Cumple	5.8	7.3455	2717.381	2715.63	1.75	1.50	

DESCRIPCIÓN DEL TRAMO				AREAS (HA)		Población Acumulada	Caudal Domestico	Caudal Industrial	Caudal Institucional	Caudal Errado	Caudal Infiltración	Caudal Medio Diario	Caudal Max Horario	Caudal Min Horario	Caudal Sanitario	CARACTERISTICAS FISICAS				DATOS HIDRAULICOS												COTAS				
TRAMO	CALLE	Pozo N°	Longitud m	Parcial	Acum											Hab/Ha	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s)	D calculado (mm)	D adoptado (mm)	I terreno (%)	I proyecto (%)	Prof. Flujo h > 0.05 m	Capacidad Max=80%	α	Area m2	Perim. Mojado (m)	Radio hidraulico (m)	Coef. Chezy	Velocidad (m/s)
INICIAL		P1																																		
	CALLE SN2		115.14	0.371337	0.371	90	0.159	0	0	0.186	0	0.159	0.383	0.048	1.5	70	250	0.00	1.0	0.025	10%	45.9	0.0033	0.293	0.011	43.11	0.46	Cumple	1.5	1.1347	2755.00	2753.25	1.75	1.50		
		P2																																		
		P2																																		
	CALLE SN2		100.00	0.266518	0.638	154	0.273	0	0	0.319	0	0.273	0.655	0.082	1.5	54	250	5.01	3.9	0.015	6%	50.5	0.0020	0.282	0.007	39.92	0.66	Cumple	1.3	2.7657	2749.99	2748.24	1.75	1.50		
		P3																																		
		P3																																		
	CALLE SN2		100.00	0.316323	0.954	230	0.407	0	0	0.477	0	0.407	0.978	0.122	1.5	51	250	4.99	5.0	0.015	6%	50.5	0.0020	0.282	0.007	39.92	0.75	Cumple	1.5	3.5753	2749.99	2748.24	1.75	1.50		
		P4																																		
		P4																																		
	CALLE SN2		64.47	0.197273	1.151	278	0.492	0	0	0.576	0	0.492	1.182	0.148	1.8	69	250	1.02	1.4	0.025	10%	46.1	0.0033	0.292	0.011	42.97	0.54	Cumple	1.8	1.5609	2744.341	2742.34	2.00	1.75		
		P5																																		
		P5																																		
	CALLE SN2		99.30	0.287867	1.439	347	0.614	0	0	0.720	0	0.614	1.475	0.184	2.2	59	250	5.24	5.0	0.019	8%	48.7	0.0025	0.287	0.009	41.30	0.86	Cumple	2.2	4.3803	2739.142	2737.39	1.75	1.50		
		P6																																		
		P6																																		
	CALLE SN2		63.43	0.203311	1.643	396	0.701	0	0	0.821	0	0.701	1.683	0.210	2.5	63	250	4.79	4.8	0.021	8%	47.8	0.0028	0.289	0.010	41.94	0.90	Cumple	2.5	4.6163	2739.142	2737.39	1.75	1.50		
		P7																																		
		P7																																		
	CALLE SN2		95.37	0.230101	1.873	452	0.800	0	0	0.936	0	0.800	1.921	0.240	2.9	68	250	3.94	3.9	0.025	10%	46.1	0.0033	0.292	0.011	42.97	0.90	Cumple	2.9	4.3930	2736.103	2734.35	1.75	1.50		
		P8																																		
		P8																																		
	CALLE SN2		93.93	0.302696	2.175	525	0.930	0	0	1.088	0	0.930	2.231	0.279	3.3	78	250	2.72	2.7	0.029	12%	44.1	0.0039	0.297	0.013	44.17	0.84	Cumple	3.3	3.5803	2732.344	2730.59	1.75	1.50		
		P9																																		
		P9																																		
	CALLE G		95.27	0.281292	2.457	593	1.050	0	0	1.228	0	1.050	2.520	0.315	3.7	72	250	5.02	5.0	0.026	10%	45.5	0.0035	0.294	0.012	43.38	1.06	Cumple	3.7	5.9298	2729.786	2728.04	1.75	1.50		
		P10																																		
		P10																																		
	CALLE G		64.55	0.467977	2.925	705	1.248	0	0	1.462	0	1.248	2.996	0.375	4.5	94	250	1.76	1.7	0.039	16%	39.5	0.0055	0.307	0.018	46.49	0.82	Cumple	4.5	3.1110	2725.00	2723.25	1.75	1.50		
		P34																																		
		P34																																		
	CALLE G		63.18	0.34109	4.532	1093	1.936	0	0	2.266	0	1.936	4.645	0.581	6.9	90	250	5.26	5.3	0.037	15%	40.6	0.0051	0.304	0.017	45.95	1.36	Cumple	6.9	8.7694	2723.867	2722.12	1.75	1.50		
		P38																																		
		P38																																		
	CALLE G		55.89	0.063114	5.954	1435	2.541	0	0	2.977	0	2.541	6.099	0.762	9.1	105	250	4.04	4.0	0.045	18%	36.6	0.0066	0.313	0.021	47.75	1.39	Cumple	9.1	8.4608	2720.542	2718.79	1.75	1.50		
		P39																																		
		P39																																		
	CALLE F		38.19	0.066128	6.020	1451	2.569	0	0	3.010	0	2.569	6.167	0.771	9.2	117	250	2.37	2.4	0.052	21%	33.5	0.0078	0.320	0.024	48.96	1.18	Cumple	9.2	5.7595	2718.285	2716.54	1.75	1.50		
		P40																																		

Elaborado por: Los Autores.

Anexo I

Contaminantes presentes en las aguas residuales domésticas.

Contaminantes de las Aguas Residuales		
Microorganismos	Organismos patógenos como bacterias, virus y huevos de helminto	Riego para actividades acuáticas, baños y el consumo de mariscos
Materia orgánica biodegradable	disminución del oxígeno disuelto en ríos, lagos y florido	Muerte de peces, olor.
Otros compuestos orgánicos	Detergentes, plaguicidas, grasas y aceites, colorantes, solventes, fenoles, cianuro.	Efectos tóxicos, inconvenientes estéticos, bio-acumulación en la cadena alimenticia
Nutrientes	Nitrógeno, fosforo, amoniacó	Eutrofización, agotamiento del oxígeno disuelto, efectos tóxicos.
Metales	Hg, Pb, Cd, Cr, Cu, Ni	Efectos tóxicos, bio-acumulación
Otros compuestos inorgánicos	Ácidos, por ejemplo, sulfuro de hidrógeno, bases	corrosión, efectos tóxicos.
Efectos térmicos	Agua caliente	Cambios en las condiciones de vida de la flora y fauna
Olor (y gusto)	Sulfuro de hidrógeno	Inconvenientes estéticos, efectos tóxicos
Radioactividad		Efectos tóxicos, acumulación

Fuente: (Henze & Comeau, 2008)

Anexo J

Verificación de la velocidad antes de la reja.

TIPO DE CAUDAL		CAUDAL	DESCRIPCIÓN DEL		CARACTERÍSTICAS FÍSICAS				DATOS HIDRAULICOS							
			POZO	LONGITUD	D (calculado) (mm)	D (adoptado) (mm)	I terreno (%)	I proyecto (%)	Prof. Flujo	α	Area m2	Perim. mojado m	Radio hidraulico m	Coef. Chezy C	Velocidad m/s	V > 0.3 m/s
		(l/s)	Nº	m												
Caudal Medio	Qm		40													
		4.19		10	116	250	17.14	0.5	0.052	33.6	0.0078	0.319	0.024	48.93	0.54	Cumple
			Interceptor													
Caudal Minino	Qmin		40													
		1.26		10	74	250	17.14	0.5	0.027	44.9	0.0037	0.295	0.012	43.73	0.34	Cumple
			Interceptor													

Elaborado por: Los Autores.

Anexo K

Verificación de las velocidades a través de la reja para caudales de diseño.

	Caudal	h _v	V _{canal}	V _{canal}	V _{reja}	h ₁	h _{ps}	V reja	V reja > V	V reja 50%
	(m ³ /s)	(m)	(m/s)	>0.3m/s	(m/s)	(m)	(m)	limpia (m/s)	reja limpia	sucia (m/s)
Qmaxh	0.0101	0.14	0.74	Cumple	0.7	0.04	0.015	0.26	Cumple	0.66
Qm	0.0042	0.10	0.54	Cumple	0.7	0.03	0.025	0.15	Cumple	0.17
Qminh	0.0013	0.10	0.34	Cumple	0.7	0.03	0.031	0.05	Cumple	0.04

Elaborado por: Los Autores.

Anexo L

Coefficiente de escorrentía según el factor (K).

VALORES DE K				
	40	30	20	10
RELIEVE DEL TERRENO	Muy accidentado Pendientes superiores al 30%	Accidentado Pendientes entre el 10% y el 30%	Ondulado Pendientes entre el 5% y el 10%	Llano Pendientes Inferiores al 5%
	20	15	10	5
PERMEABILIDAD DEL SUELO	Muy permeable Roca	Bastante Impermeable Arcilla	Bastante permeable Normal	Muy permeable Arena
	20	15	10	5
VEGETACIÓN	Ninguna	Poca Menos del 10% de la superficie	Bastante Hasta el 50% de la superficie	Mucha Hasta el 90% de la superficie
	20	15	10	5
CAPACIDAD DE ALMACENAJE DE AGUA	Ninguna	Poca	Bastante	Mucha
Valor de K entre	75 - 100	50 - 75	30 - 50	25 - 30
valor de C	0,65 - 0,80	0,50 - 0,65	0,35 - 0,50	0,20 - 0,35

Fuente: (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2008)

Anexo M

Diseño del alcantarillado pluvial.

DATOS		
Población actual	1315.0	hab/ha
Población futura	2427.0	hab/ha
Area del proyecto pluvial	21.2	ha
Densidad Poblacional Futura	115	
Dotación futura	180	lt/hab*día
Coefficiente de retorno	0.85	
Coefficiente de rugosidad PVC	0.011	
Coefficiente de escurrimiento	0.43	
Tiempo de concentración	12	min
Periodo de retorno	5	años

DESCRIPCIÓN DEL TRAMO				AREAS (HA)			Tc (min)	EMAAP-Q	INAMHI	EMAAP-Q	INAMHI	CARACTERISTICAS FISICAS				DATOS HIDRAULICOS												Tiempo de flujo	COTAS				
TRAMO	CALLE	POZO	LONGITUD	PARCIAL	1.2 PARC.	ACUMU		Intensidad (mm/h)	Intensidad (mm/h)	Caudal Pluvial (l/s)	Caudal Pluvial (l/s)	D (calculado) (mm)	D (adoptado) (mm)	I terreno (%)	I proyecto (%)	Prof. Flujo h > 0.05 m	Capacidad Max=80%	α	Area m2	Perim. Mojado (m)	Radio hidraulico (m)	Coef. Chezy C	Velocidad m/s	0.6 < Vd < 7.5 (m/s)	Caudal Pluvial (l/s)	Esfuerzo corte (τ > 1KPa)	TERRENO		PROYECTO	Pozo	Clave	Salto	
		Nº	m					msnm	msnm	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(%)	(%)												(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
		P2	61.11	0.124013	0.1488156	0.1488156	12	78.02	73.09	13.9	12.99	107	300	5.46	8.7	0.043	14%	40.9	0.0071	0.364	0.020	47.21	1.95	Cumple	13.9	17.1025	0.52	2755.00	2752.90	2.10	1.80		
INICIO	CALLE B	P13																									2751.663	2747.56	4.10	3.80			

		P5																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

		P22																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

		P19																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

		P34																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

		P31																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

		P23																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

DESCRIPCIÓN DEL TRAMO				AREAS (HA)			Te (min)	EMAAP-Q	INAMHI	EMAAP-Q	INAMHI	CARACTERISTICAS FISICAS				DATOS HIDRAULICOS														Tiempo de flujo	COTAS				
TRAMO	CALLE	POZO	LONGITUD	PARCIAL	1.2 PARC.	ACUMU		Intensidad (mm/h)	Intensidad (mm/h)	Caudal Pluvial (l/s)	Caudal Pluvial (l/s)	D (calculado) (mm)	D (adoptado) (mm)	I terreno (%)	I proyecto (%)	Prof. Flujo h > 0.05 m	Capacidad Max=80%	a	Area m2	Perim. Mojado (m)	Radio hidraulico (m)	Coef. Chezy C	Velocidad m/s	0.6 < Vd < 7.5 (m/s)	Caudal Pluvial (l/s)	Esfuerzo corte (τ > 1KPa)	TERRENO	PRO YECTO	Pozo		Clave	Salto			
		Nº	m																								msnm	msnm	(m)		(m)	(m)			
		P11																									2750.691	2748.59	2.10	1.80					
INICIO	CALLE D		43.58	0.223846	0.2686152	0.2686152	12.00	78.02	73.09	25.0	23.45	201	300	-4.64	1.0	0.100	33%	19.0	0.0208	0.421	0.049	55.06	1.20	Cumple	25.0	4.7869	0.61								
		P12																									2752.713	2748.16	4.55	4.25					
		P12																									2752.713	2748.16	4.55	4.25					
	CALLE D		61.01	0.206241	0.2474892	0.516104	12.61	76.19	71.55	47.0	44.11	254	300	1.72	1.0	0.137	46%	5.2	0.0313	0.458	0.068	58.13	1.50	Cumple	47.0	6.7014	0.68								
		P13																									2751.663	2747.56	4.10	3.80					
		P13																									2751.663	2747.56	4.10	3.80					
	CALLE D		67.3	0.208083	0.2496996	0.914620	13.28	74.27	69.95	81.1	76.42	309	300	2.82	1.0	0.180	60%	11.5	0.0443	0.501	0.088	60.67	1.83	Cumple	81.1	9.1020	0.61								
		P14																									2749.765	2746.87	2.90	2.60					
		P14																									2749.765	2746.87	2.90	2.60					
	CALLE D		93.6	0.345786	0.4149432	1.329563	13.90	72.63	68.60	115.3	108.94	270	300	5.09	4.2	0.149	50%	0.5	0.0349	0.470	0.074	58.95	3.30	Cumple	115.2	31.4357	0.47								
		P15																									2745.00	2742.90	2.10	1.80					
		P15																									2745.00	2742.90	2.10	1.80					
	CALLE D		92.7	0.301727	0.3620724	1.691635	14.37	71.43	67.61	144.3	136.62	303	300	3.26	3.6	0.176	59%	9.7	0.0429	0.497	0.086	60.45	3.36	Cumple	144.3	30.9454	0.46								
		P16																									2741.977	2739.58	2.40	2.10					
		P16																									2741.977	2739.58	2.40	2.05					
	CALLE D		80.9	0.343512	0.4122144	2.257939	14.83	70.31	66.70	189.6	179.88	370	350	2.44	2.1	0.219	63%	14.6	0.0634	0.594	0.107	62.61	2.99	Cumple	189.6	22.7307	0.45								
		P17																									2740.00	2737.85	2.15	1.80					
		P17																									2740.00	2737.85	2.15	1.80					
	CALLE D		101.1	0.605961	0.7271532	3.139182	15.28	69.25	65.84	259.6	246.87	358	350	4.78	4.8	0.208	60%	11.0	0.0597	0.583	0.102	62.18	4.35	Cumple	259.7	48.8320	0.39								
		P18																									2735.17	2733.02	2.15	1.80					
		P18																									2735.17	2733.02	2.15	1.80					
	CALLE D		43.08	0.218486	0.2621832	3.401365	15.67	68.37	65.13	277.8	264.61	351	350	4.11	6.1	0.202	58%	9.0	0.0576	0.577	0.100	61.92	4.82	Cumple	277.8	60.6152	0.15								
		P20																									2733.399	2730.40	3.00	2.65					
		P20																									2733.399	2730.40	3.00	2.65					
	CALLE SAN FRANCISCO		72.23	0.17055	0.20466	3.775308	15.82	68.04	64.86	306.8	292.50	406	350	3.43	3.4	0.257	73%	26.8	0.0752	0.632	0.119	63.76	4.08	Cumple	306.9	40.8418	0.30								
		P21																									2730.919	2727.92	3.00	2.65					
		P21																									2730.919	2727.92	3.00	2.55					
	CALLE E		36.25	0.01981	0.023772	4.014551	16.11	67.39	64.35	323.2	308.56	521	450	2.54	1.0	0.330	73%	26.8	0.1243	0.812	0.153	66.49	2.60	Cumple	323.2	15.3072	0.23								
		P27																									2730.00	2727.55	2.45	2.00					
		P27																									2730.00	2727.55	2.45	2.05					
	CALLE SIN NOMBRE		59.85	0.121449	0.1457388	4.542137	16.34	66.89	63.95	362.9	346.95	369	400	8.35	7.9	0.205	51%	1.4	0.0648	0.633	0.102	62.18	5.60	Cumple	362.9	81.1592	0.18								
		P28																									2725.00	2722.80	2.20	1.80					
		P28																									2725.00	2722.80	2.20	1.80					
	CALLE F		26.17	0.0727	0.08724	4.629377	16.52	66.52	63.65	367.8	351.96	358	400	9.59	9.6	0.196	49%	1.0	0.0614	0.625	0.098	61.76	5.99	Cumple	367.8	93.9521	0.07								
		P29																									2722.489	2720.29	2.20	1.80					
		P29																									2722.489	2720.29	2.20	1.80					
	CALLE F		100	0.295399	0.3544788	4.983856	16.59	66.37	63.53	395.1	378.19	417	400	2.49	4.9	0.246	61%	13.1	0.0809	0.674	0.120	63.84	4.89	Cumple	395.4	58.5455	0.34								
		P30																									2720.00	2715.40	4.60	4.20					

DESCRIPCIÓN DEL TRAMO				AREAS (HA)			Tc (min)	EMAAP-Q	INAMHI	EMAAP-Q	INAMHI	CARACTERISTICAS FISICAS				DATOS HIDRAULICOS													Tiempo de flujo	COTAS				
TRAMO	CALLE	POZO	LONGITUD	PARCIAL	1.2 PARC.	ACUMU		Intensidad (mm/h)	Intensidad (mm/h)	Caudal Pluvial (l/s)	Caudal Pluvial (l/s)	D (calculado) (mm)	D (adoptado) (mm)	I terreno (%)	I proyecto (%)	Prof. Flujo h > 0.05 m	Capacidad Max=80%	α	Area m2	Perim. Mojado (m)	Radio hidraulico (m)	Coef. Chezy C	Velocidad m/s	0.6 < Vd < 7.5 (m/s)	Caudal Pluvial (l/s)	Esfuerzo corte (τ > 1KPa)	TERRENO	PROYECTO		Pozo	Clave	Salto		
		N°	m																								msnm	msnm		(m)	(m)	(m)		
INICIO		P1																									2755.00	2752.90	2.10	1.80				
	CALLE SN2	P2	116.96	0.433161	0.5197932	0.5197932	12.00	78.02	73.09	48.4	45.38	255	300	0.00	1.0	0.137	46%	5.0	0.0315	0.458	0.069	58.17	1.54	Cumple	48.4	7.0005	1.27	2755.00	2751.70	3.30	3.00			
		P2																									2755.00	2751.70	3.30	3.00				
	CALLE SN2	P3	100.00	0.324465	0.389358	0.9091512	13.27	74.31	69.99	80.7	76.01	241	300	5.00	3.8	0.127	42%	8.6	0.0286	0.449	0.064	57.46	2.82	Cumple	80.7	24.1616	0.59	2750.00	2747.90	2.10	1.80			
		P3																									2750.00	2747.90	2.10	1.80				
	CALLE SN2	P4	100.00	0.371922	0.4463064	1.3554576	13.86	72.73	68.68	117.8	111.20	264	300	5.00	5.0	0.144	48%	2.4	0.0335	0.465	0.072	58.63	3.52	Cumple	117.8	35.9765	0.47	2745.00	2742.90	2.10	1.80			
		P4																									2745.00	2742.90	2.10	1.80				
	CALLE SN2	P5	64.63	0.241582	0.2898984	1.645356	14.33	71.53	67.69	140.6	133.03	344	300	1.27	1.7	0.216	72%	25.3	0.0543	0.538	0.101	62.04	2.59	Cumple	140.6	17.4687	0.42	2744.178	2741.78	2.40	2.10			
		P5																									2744.178	2741.78	2.40	2.10				
	CALLE SN2	P6	100.00	0.364214	0.4370568	2.0824128	14.75	70.50	66.86	175.4	166.30	311	300	4.95	4.7	0.182	61%	12.3	0.0449	0.503	0.089	60.76	3.91	Cumple	175.4	41.4462	0.43	2739.225	2737.13	2.10	1.80			
		P6																									2739.225	2737.13	2.10	1.80				
	CALLE SN2	P7	60.43	0.244295	0.293154	2.3755668	15.17	69.49	66.04	197.2	187.39	319	300	5.10	5.1	0.190	63%	15.2	0.0471	0.511	0.092	61.09	4.19	Cumple	197.2	46.9788	0.24	2736.142	2734.04	2.10	1.80			
		P7																									2736.142	2734.04	2.10	1.80				
	CALLE SN2	P8	95.78	0.298666	0.3583992	2.733966	15.41	68.94	65.59	225.1	214.20	351	300	3.97	4.0	0.224	75%	28.1	0.0561	0.545	0.103	62.24	4.01	Cumple	225.1	41.4081	0.40	2732.34	2730.19	2.15	1.85			
		P8																									2732.34	2730.19	2.15	1.80				
	CALLE SN2	P9	105	0.366382	0.4396584	3.1736244	15.81	68.05	64.87	257.9	245.92	389	350	3.04	3.0	0.238	68%	20.7	0.0695	0.613	0.113	63.25	3.71	Cumple	257.9	34.3612	0.47	2729.152	2727.00	2.15	1.80			
		P9																									2729.152	2727.00	2.15	1.80				
	CALLE G	P10	83.61	0.325062	0.3900744	3.5636988	16.28	67.02	64.05	285.3	272.65	367	350	4.97	5.1	0.216	62%	13.5	0.0624	0.591	0.106	62.49	4.57	Cumple	285.0	53.5959	0.30	2725.00	2722.75	2.25	1.90			
		P10																									2725.00	2722.75	2.25	1.80				
	CALLE G	P33	59.48	0.466876	0.5602512	4.12395	16.59	66.38	63.54	327.0	312.99	491	450	1.42	1.4	0.297	66%	18.2	0.1109	0.779	0.143	65.70	2.95	Cumple	327.3	20.0926	0.34	2724.156	2721.91	2.25	1.80			
		P33																									2724.156	2721.91	2.25	1.85				
	CALLE G	P36	63.05	0.295626	0.3547512	5.9982192	16.92	65.69	62.99	470.6	451.31	438	400	5.37	5.4	0.267	67%	19.1	0.0888	0.695	0.128	64.51	5.34	Cumple	474.1	68.4668	0.20	2720.769	2718.52	2.25	1.85			
		P36																									2720.769	2718.52	2.25	1.80				
	CALLE G	P37	56.82	0.064448	0.0773376	7.7404716	17.12	65.29	62.68	603.7	579.50	510	450	3.66	3.9	0.315	70%	22.9	0.1184	0.797	0.149	66.16	5.04	Cumple	596.5	58.0806	0.19	2718.689	2716.29	2.40	1.95			
		P37																									2718.689	2716.29	2.40	1.80				
	CALLE F	P30	90.2	0.27211	0.326532	8.067004	17.31	64.92	62.38	625.5	601.10	670	600	-1.45	1.0	0.427	71%	24.2	0.2140	1.069	0.200	69.53	3.08	Cumple	659.2	19.6154	0.49	2720.00	2715.40	4.60	4.00			

Anexo N

Matriz de identificación de impactos ambientales del sistema de alcantarillado separado.

FACTORES AMBIENTALES	IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES SISTEMA DE ALCANTARILLADO SEPARADO SANITARIO Y PLUVIAL																			
ELEMENTO AMBIENTAL	Medio Físico								Medio Biótico		Medio Socioeconómico									
ETAPAS/ ACTIVIDADES	Aire				Agua		Suelo		Flora	Fauna	Espacio publico	Comunidad						Salud y seguridad		
	Ruido	Polvo	Gases	Olores	Contaminación drenaje	Calidad	Intervención en su uso	Calidad			Alteración	Accidentes	Transito	Interferencias a los S.P.	Protestas	Empleo	Calidad de vida	Riesgos sanitarios	Accidentes a terceros	Accidentes laborales
CONSTRUCCION																				
Campamento e Instalaciones provisionales																				
Señalización de Vías																				
Trabajos Topográficos y de Nivelación																				
Limpieza, Desbroce de la capa vegetal y excavación de zanjas																				
Colocación de Tuberías y Relleno de Zanjas																				
Construcción de Pozos																				
Construcción de estructuras complementarias PTAR y estructura de descarga																				
Transporte y desalojo del material																				
Operación de maquinaria																				
Actividades del personal de trabajo																				
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO																				
Mantenimiento de la red de alcantarillado separado Sanitario - Pluvial																				
Mantenimiento y operación de la planta de tratamiento de las aguas residuales																				
Consumo de Energía eléctrica, agua y combustible																				
Limpieza																				
CIERRE Y ABANDONO																				
Desmontaje de Instalaciones Temporales																				
Retiro de equipos y maquinaria																				
Restauración de areas																				
Limpieza en general																				

Anexo O

Matriz de identificación de impactos ambientales del sistema de alcantarillado combinado.

FACTORES AMBIENTALES	IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES SISTEMA DE ALCANTARILLADO COMBINADO																		
ELEMENTO AMBIENTAL	Medio Físico							Medio Biótico		Medio Socioeconómico									
ETAPAS/ ACTIVIDADES	Aire				Agua		Suelo		Flora	Fauna	Espacio público	Comunidad						Salud y seguridad	
	Ruido	Polvo	Gases	Olores	Contaminación drenaje	Calidad	Intervención en su uso	Calidad				Alteración	Accidentes	Transito	Interferencias a los S.P.	Protestas	Empleo	Calidad de vida	Riesgos sanitarios
CONSTRUCCION																			
Campamento e Instalaciones provisionales																			
Señalización de Vías																			
Preparación del terreno																			
Excavación y remoción de tierras																			
Construcción de Pozos																			
Construcción de estructuras complementarias separador de caudales																			
Transporte y desalojo del material																			
Operación de maquinaria																			
Actividades del personal de trabajo																			
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO																			
Operación del sistema de alcantarillado combinado																			
Mantenimiento del sistema de alcantarillado combinado																			
Limpieza																			
CIERRE Y ABANDONO																			
Desmontaje de Instalaciones Temporales																			
Retiro de equipos y maquinaria																			
Restauración de áreas																			
Limpieza en general																			

Elaborado por: Los Autores.

Anexo P

Matriz de Leopold para la etapa de construcción del sistema de alcantarillado separado.

MATRIZ DE LEOPOLD (Modificada) - ETAPA DE CONSTRUCCION																									
SISTEMA DE ALCANTARILLADO SEPARADO SANITARIO- PLUVIAL DEL BARRIO VALLE HERMOSO I																									
FACTORES AMBIENTALES		IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES																			NÚMERO DE IMPACTOS POSITIVOS (+) NÚMERO DE IMPACTOS NEGATIVOS (-) SUMATORIA DE IMPACTOS (M*)				
CATEGORIA AMBIENTAL	Medio Físico							Medio Biotico		Medio Socioeconomico															
COMPONENTE	Aire				Agua		Suelo		Flora	Fauna	Espacio publico	Comunidad					Salud y seguridad								
ELEMENTO	Ruido	Polvo	Gases	Olores	Contaminacion drenajes	Calidad	Intervencion en su uso	Calidad				Alteración	Accidentes	Transito	Interferencias a los S.P.	Protestas	Empleo	Calidad de vida	Riesgos sanitarios	Accidentes a terceros	Acidentes laborales				
ACCIONES FACTORES AMBIENTALES	Campamento e Instalaciones provisionales	-4	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0	0	-3	-1	-1	-4	-2	2	-3	-1	-1	-1	1	17	-32	
	Trabajos Topográficos y de Nivelación	-4	-1	0	0	-2	-1	-2	0	0	-1	-1	-2	-2	-1	6	-1	0	-5	-5	1	1	14	-35	
	Limpieza, Desbroce de la capa vegetal y excavación de zanjas	-5	-2	-4	-3	-1	-2	-2	0	0	-5	-5	-2	-2	-1	2	-4	-4	-1	-4	2	1	16	-131	
	Colocación de Tuberías y Relleno de Zanjas	-5	-5	-4	-1	-1	-1	-5	0	0	-5	-5	-2	-2	-1	5	-4	-4	-2	-4	1	1	16	-91	
	Construcción de Pozos	-5	-5	-5	-5	-5	-1	-5	0	0	-5	-2	-2	-4	-1	6	6	-1	-1	-1	2	2	15	-100	
	Construcción de estructuras complementarias PTAR y estructura de descarga	-5	-5	-4	-1	-2	-2	-5	0	0	-1	-2	-1	-1	-1	5	5	-2	-1	-1	2	2	15	-45	
	Transporte y desalojo del material	-5	-6	-4	-1	0	-1	-1	0	0	-2	-1	-4	-2	-1	5	-4	-1	-1	-2	1	1	15	-96	
	Operación de maquinaria	-6	-4	-7	-5	-1	-2	-5	0	0	-4	-3	-2	-2	-2	2	-4	-1	-2	-2	1	1	16	-135	
	Actividades del personal de trabajo	-5	-5	-1	-2	-1	-2	-1	0	0	-2	-2	-1	-1	-1	2	-2	0	0	-1	1	1	14	-20	
	NÚMERO DE IMPACTOS POSITIVOS (+)																					11			
NÚMERO DE IMPACTOS NEGATIVOS (-)																						138			
SUMATORIA DE IMPACTOS (M*)																							-685		

Elaborado por: Los Autores.

Anexo Q

Matriz de Leopold para la etapa de operación y mantenimiento del sistema de alcantarillado separado.

MATRIZ DE LEOPOLD (Modificada) - ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO																										
SISTEMA DE ALCANTARILLADO SEPARADO SANITARIO- PLUVIAL DEL BARRIO VALLE HERMOSO I																										
FACTORES AMBIENTALES		IDENTIFICACION DE IMPACTOS AMBIENTALES																			NUMERO DE IMPACTOS POSITIVOS (+)		NUMERO DE IMPACTOS NEGATIVOS (-)		SUMATORIA DE IMPACTOS (M*)	
CATEGORIA AMBIENTAL	Medio Físico							Medio Biotico		Medio Socioeconomico																
COMPONENTE	Aire				Agua		Suelo		Flora	Fauna	Espacio publico	Comunidad						Salud y seguridad								
ELEMENTO	Ruido	Polvo	Gases	Olores	Contaminacion drenajes	Calidad	Intervencion en su uso	Calidad			Alteración	Accidentes	Transito	Interferencias a los S.P.	Protestas	Empleo	Calidad de vida	Riesgos sanitarios	Accidentes a terceros	Acidentes laborales						
ACCIONES FACTORES AMBIENTALES	Mantenimiento de la red de alcantarillado separado Sanitario - Pluvial	-4 1	-4 1	-2 1	-4 1	-2 2	-1 2	-5 2	-1 6	0 2	0 0	-1 0	-1 1	-1 1	5 3	-1 1	4 1	6 1	-1 4	-1 1	-2 1	3 1				
	Mantenimiento y operación de la planta de tratamiento de las aguas residuales	-4 2	-5 1	-4 3	-2 2	-2 2	-3 1	-5 3	-2 3	0 3	0 0	-1 0	-1 1	-1 1	6 1	-1 4	4 1	4 2	0 2	-1 0	-2 1	3 3				
	Consumo de Energía eléctrica, agua y combustible	-1 2	-2 1	-4 2	-1 1	-1 1	-2 4	-2 2	0 0	0 0	0 0	0 0	-1 0	-1 0	-1 0	-1 1	2 1	-1 4	0 1	-1 0	-1 1	1 1				
	Limpieza	-2 1	-1 1	0 0	0 0	-1 2	-1 1	-5 2	0 0	0 0	0 0	-1 0	-1 1	-1 1	4 1	0 2	6 4	1 1	-1 1	-1 1	-1 2	1 1				
	NUMERO DE IMPACTOS POSITIVOS (+)															3		4	3			10				
NUMERO DE IMPACTOS NEGATIVOS (-)	4	4	3	3	4	4	4	2				3	3	3	1	3		1	2	4	4	52				
SUMATORIA DE IMPACTOS (M*)	-16	-12	-22	-13	-11	-14	-59	-8	0	0	-3	-3	-3	46	-3	44	32	-2	-5	-10		-62				

Elaborado por: Los Autores.

Anexo R

Matriz de Leopold para la etapa de cierre y abandono del sistema de alcantarillado separado.

MATRIZ DE LEOPOLD (Modificada) - ETAPA DE CIERRE y ABANDONO																										
SISTEMA DE ALCANTARILLADO SEPARADO SANITARIO- PLUVIAL DEL BARRIO VALLE HERMOSO I																										
FACTORES AMBIENTALES		IDENTIFICACION DE IMPACTOS AMBIENTALES																			NUMERO DE IMPACTOS POSITIVOS (+)		NUMERO DE IMPACTOS NEGATIVOS (-)		SUMATORIA DE IMPACTOS (M*)	
CATEGORIA AMBIENTAL	Medio Físico							Medio Biotico		Medio Socioeconomico																
COMPONENTE	Aire			Agua		Suelo		Flora	Fauna	Espacio publico	Comunidad							Salud y seguridad								
ELEMENTO	Ruido	Polvo	Gases	Olores	Contaminacion drenajes	Calidad	Intervencion en su uso			Calidad	Alteración	Accidentes	Transito	Interferencias a los S.P.	Protestas	Empleo	Calidad de vida	Riesgos sanitarios	Accidentes a terceros	Accidentes laborales						
ACCIONES FACTORES AMBIENTALES	Desmontaje de Instalaciones Temporales	-5 1	-4 2	-1 1	-1 1	-1 1	0 0	-1 1	-1 1	0 0	0 0	-3 0	-1 1	-1 1	-1 1	-1 1	4 1	-1 2	-1 1	-1 1	-1 1					
	Retiro de equipos y maquinaria	-5 1	-4 2	0 0	0 0	-1 1	0 0	-1 0	0 1	0 0	0 0	-1 0	-1 1	-1 1	-1 1	-1 1	4 1	-1 1	0 0	-1 0	-1 1					
	Restauración de areas	-1 1	-1 1	0 0	0 0	-1 1	2 1	5 6	1 2	1 2	1 2	1 2	-1 1	-1 1	0 1	0 0	5 2	1 1	0 0	-1 0	-1 1					
	Limpieza en general	-2 2	-1 1	0 0	-1 0	-1 1	0 0	1 2	0 2	0 0	0 0	2 0	-1 1	-2 2	0 0	-1 0	4 1	2 2	0 2	0 0	-1 0					
	NUMERO DE IMPACTOS POSITIVOS (+)						1	2	1	1	1	2					4	2	1							
	NUMERO DE IMPACTOS NEGATIVOS (-)	4	4	1	2	4	9	2	1			2	4	4	2	3		2	1	4	4					
	SUMATORIA DE IMPACTOS (M*)	-15	-18	-1	-2	-4	2	30	1	2	2	-1	-4	-7	-2	-3	30	3	-1	-3	-4					

Elaborado por: Los Autores.

Anexo S

Matriz de Leopold para la etapa de construcción del sistema de alcantarillado combinado.

MATRIZ DE LEOPOLD (Modificada) - ETAPA DE CONSTRUCCION																										
SISTEMA DE ALCANTARILLADO COMBINADO BARRIO VALLE HERMOSO I																										
FACTORES AMBIENTALES		IDENTIFICACION DE IMPACTOS AMBIENTALES																			NUMERO DE IMPACTOS POSITIVOS (+)		NUMERO DE IMPACTOS NEGATIVOS (-)		SUMATORIA DE IMPACTOS (M*)	
CATEGORIA AMBIENTAL	Medio Físico							Medio Biotico		Medio Socioeconomico																
COMPONENTE	Aire				Agua		Suelo		Flora	Fauna	Espacio publico	Comunidad						Salud y seguridad								
ELEMENTO	Ruido	Polvo	Gases	Olores	Contaminacion drenajes	Calidad	Intervencion en su uso	Calidad			Alteración	Accidentes	Transito	Interferencias a los S.P.	Protestas	Empleo	Calidad de vida	Riesgos sanitarios	Accidentes a terceros	Acidantes laborales						
ACCIONES FACTORES AMBIENTALES	Campamento e Instalaciones provicionales	-4 1	-1 1	-1 1	-1 1	-1 1	-1 2	-1 1	-1 2	0 0	0 0	-3 1	-1 1	-1 1	-4 2	-2 1	2 1	-3 1	-1 1	-1 1	-1 1	1	17	-32		
	Señalización de Vías	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	-1 1	-1 1	-1 1	0 0	-1 1	2 2	0 0	0 0	-1 1	-1 1	1	6	-2		
	Preparación del terreno	-5 4	-5 3	-1 1	-2 2	-1 1	-2 4	-5 3	0 0	0 0	0 0	-5 4	-2 2	-2 2	-2 2	-1 1	5 4	-3 1	-4 1	-1 1	-2 2	1	16	-89		
	Excavación y remoción de tierras	-5 4	-5 4	-2 2	-1 1	-1 1	-1 1	-5 1	0 0	0 0	0 0	-5 4	-2 2	-2 2	-2 1	-1 1	5 4	-4 2	-4 1	-2 1	-2 1	1	16	-79		
	Construcción de Pozos	-5 4	-5 4	-5 4	-5 4	-5 2	-1 1	-5 2	0 0	0 0	0 0	-5 4	-2 2	-2 4	-4 1	-1 1	6 4	6 3	-1 1	-1 2	-1 1	2	15	-100		
	Construcción de estructuras complementarias separador de caudales	-5 3	-5 4	-4 3	-1 1	-2 2	-1 1	-5 4	0 0	0 0	0 0	-1 1	-2 2	-1 1	-1 2	-1 1	5 4	4 2	-1 1	-1 1	-1 1	2	15	-57		
	Transporte y desalojo del material	-5 4	-6 5	-4 4	-1 1	0 0	0 0	-1 1	0 0	0 0	0 0	-2 4	-1 1	-4 2	-2 2	-1 1	5 4	-2 2	-1 1	-1 1	-1 1	1	14	-77		
	Operación de maquinaria	-6 1	-4 5	-7 4	-4 2	-1 1	-2 1	-5 4	0 0	0 0	0 0	-4 2	-2 2	-2 2	-2 1	-2 2	2 4	-4 2	-1 1	-2 2	-2 2	1	16	-116		
	Actividades del personal de trabajo	-5 4	-5 4	-1 1	-2 2	-1 2	-2 2	-1 1	0 0	0 0	0 0	-2 2	-2 2	-1 1	-1 1	-1 1	2 4	-2 2	0 0	0 0	-1 1	1	14	-60		
	NUMERO DE IMPACTOS POSITIVOS (+)																					11				
NUMERO DE IMPACTOS NEGATIVOS (-)																							129			
SUMATORIA DE IMPACTOS (M*)																							-612			

Elaborado por: Los Autores.

Anexo T

Matriz de Leopold para la etapa de operación y mantenimiento del sistema de alcantarillado combinado

MATRIZ DE LEOPOLD (Modificada) - ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO																										
SISTEMA DE ALCANTARILLADO COMBINADOL DEL BARRIO VALLE HERMOSO I																										
FACTORES AMBIENTALES		IDENTIFICACION DE IMPACTOS AMBIENTALES																			NUMERO DE IMPACTOS POSITIVOS (+)		NUMERO DE IMPACTOS NEGATIVOS (-)		SUMATORIA DE IMPACTOS (M*)	
CATEGORIA AMBIENTAL	Medio Físico							Medio Biotico		Medio Socioeconomico																
COMPONENTE	Aire				Agua		Suelo		Flora	Fauna	Espacio publico	Comunidad					Salud y seguridad									
ELEMENTO	Ruido	Polvo	Gases	Olores	Contaminacion drenajes	Calidad	Intervencion en su uso	Calidad			Alteración	Accidentes	Transito	Interferencias a los S.P.	Protestas	Empleo	Calidad de vida	Riesgos sanitarios	Accidentes a terceros	Accidentes laborales						
ACCIONES FACTORES AMBIENTALES	Operaciondel sistema de alcantarillado combinado	-4 1	-4 1	-2 1	-4 1	-2 2	-1 2	-5 2	-1 6	0 2	0 0	-1 1	-1 1	-1 1	5 3	-1 1	4 1	6 1	-1 4	-1 1	-2 1	3	15	-21		
	Mantenimiento del sistema de alcantarillado combinado	-4 2	-5 1	-4 3	-2 2	-2 2	-3 1	-5 3	-2 3	0 3	0 0	-1 1	-1 1	-1 1	6 4	-1 1	4 1	4 2	0 2	-1 0	-2 1	3	14	-28		
	Limpieza	-2 1	-1 1	0 0	0 0	-1 2	-1 1	-5 2	0 0	0 0	0 0	-1 1	-1 1	-1 1	4 2	0 0	6 4	1 1	-1 1	-1 1	-1 2	3	11	10		
	NUMERO DE IMPACTOS POSITIVOS (+)															3		3	3			9				
	NUMERO DE IMPACTOS NEGATIVOS (-)	3	3	2	2	3	3	3	2			3	3	3	3	2		3		2	3	3		40		
SUMATORIA DE IMPACTOS (M*)	-14	-10	-14	-12	-10	-6	-55	-8	0	0	-3	-3	-3	47	-2	36	33	-2	-4	-9				-39		

Elaborado por: Los Autores.

Anexo U

Matriz de Leopold para la etapa de cierre y abandono del sistema de alcantarillado combinado

MATRIZ DE LEOPOLD (Modificada) - ETAPA DE CIERRE y ABANDONO																							
SISTEMA DE ALCANTARILLADO COMBINADO DEL BARRIO VALLE HERMOSO I																							
FACTORES AMBIENTALES		IDENTIFICACION DE IMPACTOS AMBIENTALES																					
CATEGORIA AMBIENTAL	Medio Físico							Medio Biotico		Medio Socioeconomico													
COMPONENTE	Aire				Agua		Suelo		Flora	Fauna	Espacio público	Comunidad						Salud y seguridad					
ELEMENTO	Ruido	Polvo	Gases	Olores	Contaminacion drenajes	Calidad	Intervencion en su uso	Calidad			Alteración	Accidentes	Transito	Interferencias a los S.P.	Protestas	Empleo	Calidad de vida	Riesgos sanitarios	Accidentes a terceros	Accidentes laborales	NUMERO DE IMPACTOS POSITIVOS (+)	NUMERO DE IMPACTOS NEGATIVOS (-)	SUMATORIA DE IMPACTOS (M*)
ACCIONES FACTORES AMBIENTALES	Desmontaje de Instalaciones Temporales	-5 1	-4 2	-1 1	-1 1	-1 1	0 1	-1 0	-1 1	0 1	0 0	-3 1	-1 1	-1 1	-1 1	-1 1	4 2	-1 1	-1 1	-1 1	1	16	-21
	Retiro de equipos y maquinaria	-5 1	-4 2	0 0	0 0	-1 1	0 1	-1 0	0 1	0 0	0 0	-1 1	-1 1	-1 1	-1 1	-1 1	4 1	-1 1	0 1	-1 0	-1 1	1	-19
	Restauración de areas	-1 1	-1 1	0 1	0 0	-1 1	2 1	5 6	1 2	1 2	1 2	1 1	-1 1	-1 1	0 1	0 0	5 2	2 2	0 2	-1 0	-1 1	8	46
	Limpieza en general	-2 2	-1 1	0 0	-1 1	-1 1	0 1	1 0	0 2	0 0	0 0	2 1	-1 1	-2 2	0 2	-1 0	4 1	2 2	0 2	0 0	-1 0	5	2
	NUMERO DE IMPACTOS POSITIVOS (+)						1	2	1	1	1	2					4	2	1		15		
NUMERO DE IMPACTOS NEGATIVOS (-)		4	4	1	2	4	9	2	1			2	4	4	2	3		2	1	4	4	44	
SUMATORIA DE IMPACTOS (M*)		-15	-18	-1	-2	-4	2	30	1	2	2	-1	-4	-7	-2	-3	30	8	-1	-3	-4		8

Elaborado por: Los Autores.

Anexo V

Análisis hidráulico del alcantarillado combinado para el análisis técnico.

DATOS		
Población actual	1315.0	hab/ha
Población futura	2427.0	hab/ha
Área del proyecto pluvial	21.2	ha
Densidad Poblacional Futura	115	
Dotación futura	180	lt/hab*día
Coefficiente de retorno	0.85	
Coefficiente de rugosidad PVC	0.011	
Coefficiente de escurrimiento	0.43	
Tiempo de concentración	12	min
Periodo de retorno	5	años
Coefficiente de mayoración	2.4	

DESCRIPCIÓN DEL TRAMO				AREAS (HA)			Población Acumulada	Tc (min)	EMAAP-Q	INAMHI	EMAAP-Q	Caudal Domestico	Caudal Industrial	Caudal Institucional	Caudal Errado	Caudal Infiltración	Caudal Medio Diario	Caudal Max Horario	Caudal Sanitario	Caudal Total	CARACTERISTICAS FISICAS				DATOS HIDRAULICOS												Tiempo de flujo	COTAS					
TRAMO	CALLE	POZO	LONGITUD	PARCIAL	1.2 PARC.	ACUMU	Hab/Ha		Intensidad (mm/h)	Intensidad (mm/h)	Caudal Pluvial (l/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s)	D (calculado) (mm)	D (adoptado) (mm)	I terreno (%)	I proyecto (%)	Prof. Flujo h > 0.05 m	Capacidad Max=80%	α	Area m2	Perim. Mojado (m)	Radio hidraulico (m)	Coef. Chezy C	Velocidad m/s	0.6 < Vd < 7 (m/s)	Caudal Total (l/s)	Esfuerzo corte (τ > 1KPa)		TERRENO msnm	PROYECTO msnm	Pozo (m)	Clave (m)	Salto (m)		
		P2																																				2755.00	2753.20	1.80	1.50		
INICIO	CALLE B	P13	61.11	0.124013	0.1488156	0.148816	18	12	78.02	73.09	13.9	0.032	0.0	0.0	0.074	0.0	0.032	0.077	1.5	15.4	111	300	5.46	8.7	0.045	15%	40.1	0.0076	0.366	0.021	47.64	2.03	Cumple	15.4	18.0869	0.50	2751.663	2747.86	3.80	3.50			
		P5																																				2744.178	2742.38	1.80	1.50		
INICIO	CALLE O	P16	60.43	0.128408	0.1540896	0.15409	18	12	78.02	73.09	14.4	0.032	0.0	0.0	0.077	0.0	0.032	0.077	1.5	15.9	132	300	3.64	3.7	0.057	19%	35.4	0.0101	0.379	0.027	49.71	1.57	Cumple	15.9	9.9133	0.64	2741.977	2740.13	1.85	1.55			
		P22																																					2734.228	2732.43	1.80	1.50	
INICIO	CALLE E	P21	66.58	0.179559	0.2154708	0.215471	25	12	78.02	73.09	20.1	0.044	0.0	0.0	0.108	0.0	0.044	0.106	1.5	21.6	138	300	4.97	5.3	0.061	20%	33.9	0.0110	0.382	0.029	50.31	1.97	Cumple	21.6	15.3327	0.56	2730.919	2728.87	2.05	1.75			
		P19																																					2733.148	2731.35	1.80	1.50	
INICIO	CALLE SAN FRANCISCO	P20	66.5	0.141069	0.1692828	0.169283	20	12	78.02	73.09	15.8	0.035	0.0	0.0	0.085	0.0	0.035	0.085	1.5	17.3	175	300	-0.38	1.0	0.084	28%	25.4	0.0164	0.405	0.040	53.26	1.06	Cumple	17.4	3.9234	1.05	2733.399	2730.70	2.70	2.40			
		P33	125.81	0.634125	0.76095	0.76095	88	12	78.02	73.09	70.9	0.156	0.0	0.0	0.380	0.0	0.156	0.374	1.5	72.4	223	300	4.60	4.6	0.115	38%	13.4	0.0250	0.436	0.057	56.44	2.90	Cumple	72.4	26.3373	0.72	2732.153	2730.35	1.80	1.50			
		P34																																					2726.366	2724.57	1.80	1.50	
		P34																																					2726.366	2724.57	1.80	1.50	
	CALLE E	P35	125.9	0.753304	0.9039648	1.664915	192	12.72	75.85	71.27	150.8	0.340	0.0	0.0	0.832	0.0	0.340	0.816	1.6	152.5	295	300	4.45	4.6	0.169	56%	7.1	0.0409	0.490	0.084	60.10	3.73	Cumple	152.6	38.4140	0.56	2720.769	2718.77	2.00	1.70			
		P31	90.97	0.508401	0.6100812	0.610081	71	12	78.02	73.09	56.9	0.126	0.0	0.0	0.305	0.0	0.126	0.302	1.5	58.4	226	300	2.84	2.8	0.116	39%	12.8	0.0254	0.438	0.058	56.56	2.30	Cumple	58.4	16.4754	0.66	2732.153	2730.35	1.80	1.50			
		P32																																					2729.566	2727.77	1.80	1.50	
		P32																																					2729.566	2727.77	1.80	1.50	
	CALLE D	P33	126.08	0.757864	0.9094368	1.519518	175	12.66	76.03	71.42	138.0	0.310	0.0	0.0	0.760	0.0	0.310	0.744	1.5	139.5	288	300	4.27	4.4	0.163	54%	4.9	0.0392	0.484	0.081	59.79	3.56	Cumple	139.5	35.4498	0.59	2724.185	2722.24	1.95	1.65			
		P23	65.49	0.150428	0.1805136	0.180514	21	12	78.02	73.09	16.8	0.037	0.0	0.0	0.090	0.0	0.037	0.089	1.5	18.3	178	300	-0.39	1.0	0.086	29%	24.5	0.0170	0.407	0.042	53.53	1.08	Cumple	18.3	4.0857	1.01	2732.402	2730.60	1.80	1.50			
		P24																																					2732.659	2729.96	2.70	2.40	
		P24																																				2732.659	2729.96	2.70	2.40		
	CALLE SAN FRANCISCO	P25	45.44	0.084958	0.1019496	0.282463	33	13.01	75.02	70.58	25.3	0.058	0.0	0.0	0.141	0.0	0.058	0.140	1.5	26.8	206	300	1.52	1.0	0.104	35%	17.7	0.0218	0.425	0.051	55.40	1.23	Cumple	26.8	4.9152	0.62	2731.969	2729.52	2.45	2.15			
		P25																																					2731.969	2729.52	2.45	2.15	
	CALLE SAN FRANCISCO	P26	18.61	0.066684	0.0800208	0.362484	42	13.63	73.34	69.18	31.8	0.074	0.0	0.0	0.181	0.0	0.074	0.179	1.5	33.3	171	300	7.49	4.0	0.082	27%	26.2	0.0158	0.403	0.039	53.02	2.10	Cumple	33.3	15.6945	0.15	2730.575	2728.78	1.80	1.50			
		P26																																					2730.575	2728.78	1.80	1.50	
	CALLE SAN FRANCISCO	P27	12.4	0.016136	0.0193632	0.381847	44	13.77	72.95	68.86	33.3	0.078	0.0	0.0	0.191	0.0	0.078	0.187	1.5	34.8	159	300	4.64	6.6	0.074	25%	29.2	0.0139	0.395	0.035	52.03	2.51	Cumple	34.8	23.1876	0.08	2730.00	2727.95	2.05	1.75			

DESCRIPCIÓN DEL TRAMO			ÁREAS (HA)			Población Acumulada Hab/Ha	Tc (min)	EMAAP-Q Intensidad (mm/h)	INAMHI Intensidad (mm/h)	EMAAP-Q Caudal Pluvial (l/s)	Caudal Domestico (l/s)	Caudal Industrial (l/s)	Caudal Institucional (l/s)	Caudal Errado (l/s)	Caudal Infiltración (l/s)	Caudal Medio Diario (l/s)	Caudal Max Horario (l/s)	Caudal Sanitario (l/s)	Caudal Total (l/s)	CARACTERÍSTICAS FÍSICAS				DATOS HIDRAULICOS												Tiempo de flujo	COTAS				
TRAMO	CALLE	POZO N°	LONGITUD m	PARCIAL	1.2 PARC.															ACUMU	D (calculado) (mm)	D (adoptado) (mm)	I terreno (%)	I proyecto (%)	Prof. Flujo h > 0.05 m	Capacidad Max=80%	α	Area m2	Perim. Mojado (m)	Radio hidraulico (m)	Coef. Chezy C	Velocidad m/s	0.6 < Vd < 7 (m/s)	Caudal Total (l/s)	Esfuerzo corte (τ > 1KPa)		TERRENO msnm	PROYECTO msnm	Pozo (m)	Clave (m)	Salto (m)
INICIO	CALLE D	P11	43.58	0.223846	0.2686152	0.268615	31	12.00	78.02	73.09	25.0	0.055	0.0	0.0	0.134	0.0	0.055	0.132	1.5	26.5	205	300	-4.64	1.0	0.103	34%	18.0	0.0216	0.424	0.051	55.34	1.23	Cumple	26.5	4.9352	0.59	2750.691	2748.89	1.80	1.50	
		P12																																							
	CALLE D	P12	61.01	0.206241	0.2474892	0.516104	60	12.59	76.23	71.59	47.0	0.106	0.0	0.0	0.258	0.0	0.106	0.255	1.5	48.5	257	300	1.72	1.0	0.139	46%	4.4	0.0319	0.460	0.069	58.28	1.52	Cumple	48.5	6.7995	0.67	2752.713	2748.46	4.25	3.95	
		P13																																							
	CALLE D	P13	67.3	0.208083	0.2496996	0.914620	106	13.26	74.33	70.01	81.2	0.188	0.0	0.0	0.457	0.0	0.188	0.451	1.5	82.7	311	300	2.82	1.0	0.182	61%	12.3	0.0449	0.504	0.089	60.77	1.84	Cumple	82.7	9.1888	0.61	2751.663	2747.86	3.80	3.50	
		P14																																							
	CALLE D	P14	93.6	0.345786	0.4149432	1.329563	153	13.87	72.70	68.66	115.5	0.271	0.0	0.0	0.665	0.0	0.271	0.650	1.5	117.0	271	300	5.09	4.3	0.149	50%	0.3	0.0351	0.471	0.075	58.99	3.33	Cumple	117.0	31.9567	0.47	2749.765	2747.17	2.60	2.30	
		P15																																							
	CALLE D	P15	92.7	0.301727	0.3620724	1.691635	195	14.34	71.51	67.68	144.5	0.345	0.0	0.0	0.846	0.0	0.345	0.829	1.7	146.2	310	350	3.26	3.3	0.169	48%	1.9	0.0461	0.544	0.085	60.25	3.17	Cumple	146.2	27.6288	0.49	2745.00	2743.15	1.85	1.50	
		P16																																							
CALLE D	P16	80.9	0.343512	0.4122144	2.257939	260	14.82	70.32	66.71	189.6	0.460	0.0	0.0	1.129	0.0	0.460	1.105	2.2	191.9	363	350	2.44	2.4	0.213	61%	12.3	0.0611	0.587	0.104	62.35	3.14	Cumple	191.9	25.3874	0.43	2741.977	2740.13	1.85	1.50		
	P17																																								
CALLE D	P17	101.1	0.605961	0.7271532	3.139182	362	15.25	69.31	65.89	259.9	0.641	0.0	0.0	1.570	0.0	0.641	1.539	3.1	263.0	360	350	4.78	4.8	0.210	60%	11.5	0.0603	0.585	0.103	62.25	4.37	Cumple	263.5	49.1710	0.39	2740.00	2738.15	1.85	1.50		
	P18																																								
CALLE D	P18	43.08	0.218486	0.2621832	3.401365	392	15.64	68.43	65.18	278.0	0.694	0.0	0.0	1.701	0.0	0.694	1.666	3.4	281.4	353	350	4.11	6.1	0.204	58%	9.4	0.0581	0.579	0.100	61.98	4.84	Cumple	281.4	60.9854	0.15	2735.17	2733.32	1.85	1.50		
	P20																																								
CALLE SAN FRANCISCO	P20	72.23	0.17055	0.20466	3.775308	435	15.79	68.10	64.91	307.1	0.770	0.0	0.0	1.888	0.0	0.770	1.849	3.7	310.8	432	400	3.43	2.5	0.259	65%	16.9	0.0859	0.687	0.125	64.28	3.61	Cumple	310.1	31.6247	0.33	2733.399	2730.70	2.70	2.35		
	P21																																								
CALLE E	P21	36.25	0.01981	0.023772	4.014551	462	16.12	67.37	64.33	323.0	0.818	0.0	0.0	2.007	0.0	0.818	1.964	4.0	327.0	440	550	2.54	2.5	0.232	42%	9.0	0.0953	0.821	0.116	63.49	3.44	Cumple	327.8	29.3649	0.18	2733.399	2730.70	2.70	2.30		
	P27																																								
CALLE SIN NOMBRE	P27	59.85	0.121449	0.1457388	4.542137	523	16.30	66.99	64.03	363.5	0.926	0.0	0.0	2.271	0.0	0.926	2.223	4.5	367.9	370	400	8.35	8.1	0.205	51%	1.5	0.0649	0.634	0.102	62.19	5.66	Cumple	367.4	82.9865	0.18	2730.919	2728.87	2.05	1.65		
	P28																																								
CALLE F	P28	26.17	0.0727	0.08724	4.629377	533	16.47	66.62	63.73	368.4	0.944	0.0	0.0	2.315	0.0	0.944	2.265	4.6	373.0	360	400	9.59	9.6	0.198	49%	0.6	0.0620	0.626	0.099	61.83	6.02	Cumple	373.2	94.6383	0.07	2725.00	2723.10	1.90	1.50		
	P29																																								
CALLE F	P29	100	0.295399	0.3544788	4.983856	574	16.55	66.47	63.61	395.7	1.016	0.0	0.0	2.492	0.0	1.016	2.440	4.9	400.6	420	400	2.49	4.88	0.248	62%	13.6	0.0816	0.676	0.121	63.91	4.91	Cumple	400.7	58.9170	0.34	2725.00	2723.10	1.90	1.50		
	P30																																								
INICIO	CALLE SN2	P1	116.96	0.433161	0.5197932	0.519793	60	12.00	78.02	73.09	48.4	0.106	0.0	0.0	0.260	0.0	0.106	0.255	1.5	49.9	258	300	0.00	1.0	0.139	46%	4.2	0.0320	0.460	0.070	58.31	1.55	Cumple	49.7	7.1024	1.26	2755.00	2753.20	1.80	1.50	
		P2																																							
	CALLE SN2	P2	100.00	0.324465	0.389358	0.909151	105	13.26	74.34	70.01	80.7	0.186	0.0	0.0	0.455	0.0	0.186	0.446	1.5	82.2	243	300	5.00	3.8	0.129	43%	8.2	0.0289	0.450	0.064	57.55	2.84	Cumple	82.2	24.439						

Anexo W

Problemática de contaminación en el cuerpo hídrico.

Cuerpo hídrico	Evidencia de contaminación	Factor	Sectores involucrados
Quebrada Tambilloyacú	si	Aguas residuales y desechos sólidos de actividades agro industriales	Barrios del centro y sur oeste de la Parroquia
Quebrada Jalupana	si	Aguas residuales y desechos sólidos, residuos sólidos domésticos	Barrios del centro y noreste y oeste de la Parroquia
Quebrada Ushcu	si	Aguas residuales y desechos sólidos, residuos sólidos domésticos	Barrios Miraflores, 20 de Julio
Rio San Pedro	si	Aguas residuales y desechos sólidos, residuos sólidos domésticos	Toda la Parroquia

Fuente: (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Mejía, 2014)

Anexo X

Normativa legal de la Constitución de la República del Ecuador.

MARCO LEGAL:

Constitución de la República del Ecuador

DOCUMENTO: Suplemento R.O. No. 449 – Octubre 20, 2008.

Art.14.- Reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, *sumak kawsay*. Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados.

Art. 66 numeral 27.- Determina que se reconoce y garantizará a las personas el derecho a vivir en un ambiente sano, ecológicamente equilibrado, libre de contaminación y en armonía con la naturaleza.

**MARCO
LEGAL:**

Constitución de la República del Ecuador

DOCUMENTO: Suplemento R.O. No. 449 – Octubre 20, 2008.

Art. 73 inciso primero.- Determina que el Estado aplicará medidas de precaución y restricción para las actividades que puedan conducir a la extinción de especies, la destrucción de ecosistemas o la alteración permanente de los ciclos naturales

Art. 83 numeral 6.- Establece que son deberes y responsabilidades de las ecuatorianas y los ecuatorianos, sin perjuicio de otros previstos en la Constitución y la ley, respetar los derechos de la naturaleza, preservar un ambiente sano y utilizar los recursos naturales de modo racional, sustentable y sostenible.

Art. 395 numeral 1.- Reconoce como principio ambiental que el Estado garantizará un modelo sustentable de desarrollo, ambientalmente equilibrado y respetuoso de la diversidad cultural, que conserve la biodiversidad y la capacidad de regeneración natural de los ecosistemas, y asegure la satisfacción de las necesidades de las generaciones presentes y futuras.

Fuente: (Constitucion de la Republica del Ecuador, 1998)

Anexo Y

Normativa legal de la Ley de Gestión Ambiental.

MARCO	Ley de gestión ambiental
LEGAL:	
DOCUMENTO:	R. O. 245, Julio 30 de 1999

El artículo 19.- Establece que: “Las obras públicas privadas o mixtas y los proyectos de inversión públicos o privados que puedan causar impactos ambientales, serán calificados previamente a su ejecución, por los organismos descentralizados de control, conforme el Sistema Único de Manejo Ambiental, cuyo principio rector será el precautelatorio”.

Artículo 20.- Establece que un proyecto que suponga riesgo ambiental, deberá contar con su respectiva licencia, otorgada por el MAE. En el Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA), el cual incluye el Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental Para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental¹. El citado reglamento contiene normas técnicas, definidas como Anexos al Libro VI De La Calidad Ambiental, donde se establecen límites permisibles de descargas, emisiones, vertidos, etc., así como requerimientos de carácter ambiental que debe cumplir todo proyecto a nivel nacional

Art. 36 y Art. 37.- del Acuerdo Ministerial 068: Establecen como objetivo general la categorización ambiental nacional, para unificar el proceso de regularización ambiental de los proyectos, obras o actividades que se desarrollan en el país. A través del catálogo de categorización ambiental nacional.

Fuente: (Ley de Gestión Ambiental, 1999)

Anexo Z

Normativa legal de la Ley Reformatoria al Código de Pena.

MARCO
LEGAL: Ley reformatoria al código pena

DOCUMENTO: R.O. 2 - Enero 24, 2000

Tipifican los delitos contra el Patrimonio Cultural, contra el Medio Ambiente y las Contravenciones Ambientales; además de sus respectivas sanciones, todo esto en la forma de varios artículos que se incluyen al Libro II del Código Penal.

Fuente: (Comisión Legislativa, 1971)

PLANOS